



# REVISTA TÉCNICA

## DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada  
que está indizada en las publicaciones  
de referencia y comentarios:

- REDALYC
- REDIB
- SCIELO
- DRJI
- INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL
- LATINDEX
- DOAJ
- REVENCYT
- CHEMICAL ABSTRACT
- MIAR
- AEROSPACE DATABASE
- CIVIL ENGINEERING ABTRACTS
- METADEX
- COMMUNICATION ABSTRACTS
- ZENTRALBLATT MATH, ZBMATH
- ACTUALIDAD IBEROAMERICANA
- BIBLAT
- PERIODICA

UNIVERSIDAD DEL ZULIA



REVISTA TÉCNICA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Jesús Enrique Lossada – Primer rector en la reapertura de LUZ 1946  
Abogado, docente, poeta, escritor, ensayista, dramaturgo,  
traductor, parlamentario, periodista y profesor universitario zuliano.

# Biorreguladores del Crecimiento en la Reproducción de Plántulas de Banano (*Musa* AAA) en Cámara Térmica, Ecuador

Juan Carlos Nava Luzardo<sup>1</sup>, Edwin Edison Jaramillo Aguila<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de agronomía, Universidad del Zulia. Apartado postal 4005. Maracaibo, Venezuela

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador

\*Autor de correspondencia: [ejaramillo@utmachala.edu.ec](mailto:ejaramillo@utmachala.edu.ec)

<https://doi.org/10.22209/rt.v45n3a03>

Recepción: 27 de abril 2022 | Aceptación: 20 de julio de 2022 | Publicación: 01 de septiembre de 2022

## Resumen

Ecuador es un importante productor y exportador de bananos, por lo que se requiere la obtención de cosechas sanas y el aumento de la producción en cualquier época del año, bajo condiciones controladas y seguras. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de biorreguladores del crecimiento en la reproducción asexual de plántulas de banano en cámara térmica. El diseño experimental fue totalmente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones: T1, Alga 600; T2, Miro; T3, Hormonagro Ana; T4, Hormonagro 1; T5, Basfoliar Kelp; T6, Cytokin; T7, Basfoliar Algae y T8, agua destilada. La variable evaluada fue el número de brotes por cormo. Se presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) de T4, T5 y T6 con respecto a los demás tratamientos, presentándose un mayor número de brotes por cormo. De esta manera, los biorreguladores Hormonagro 1, Basfoliar Kelp y Cytoquin, presentaron el mejor efecto en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, con la obtención de materiales sanos y con mayor número de brotes; siendo una alternativa viable para una adecuada producción en cualquier época del año, bajo condiciones que pueden ser controladas en el rubro banano.

**Palabras clave:** alternativas biológicas *Musa* AAA número de brotes reproducción asexual.

## Growth Bioregulators in the Reproduction of Banana Seedlings (*Musa* AAA) in Thermal Chamber, Ecuador

### Abstract

Ecuador is an important producer and exporter of bananas, for which it is required to obtain healthy harvests and increase production at any time of the year, under controlled and safe conditions. For this reason, the objective of this research was to evaluate the effect of growth bioregulators on asexual reproduction of banana seedlings in a thermal chamber. The experimental design was completely randomized with eight treatments and three repetitions: T1, Alga 600; T2, Miro; T3, Hormonagro Ana; T4, Hormone 1; T5, Basfoliar Kelp; T6, Cytokin; T7, Basfoliar Algae and T8, distilled water. The variable evaluated was the number of shoots per corm. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) of T4, T5, and T6 with respect to the other treatments, presenting a greater number of shoots per corm. In this way, the bioregulators Hormonagro 1, Basfoliar Kelp and Cytoquin presented the best effect in the reproduction of banana seedlings in a thermal chamber, with the obtaining of healthy materials and with a greater

number of shoots; being a viable alternative for an adequate production at any time of the year, under conditions that can be controlled in the banana sector.

**Keywords:** asexual reproduction; biological alternatives; *Musa* AAA; number of shoots.

## Biorreguladores de Crescimento na Reprodução de Mudanças de Banana (*Musa* AAA) em Câmara Térmica, Equador

### Resumo

O Equador é um importante produtor e exportador de bananas, por isso é necessário obter colheitas saudáveis e aumentar a produção em qualquer época do ano, em condições controladas e seguras. Por esse motivo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de biorreguladores de crescimento na reprodução assexuada de mudas de bananeira em câmara térmica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições: T1, Alga 600; T2, Miro; T3, Hormonagro Ana; T4, Hormonagro 1; T5, Basfoliar Kelp; T6, Cytokin; T7, Basfoliar Algae e T8, água destilada. A variável avaliada foi o número de brotações por rebento. Houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) de T4, T5 e T6 em relação aos demais tratamentos, apresentando maior número de brotações por rebento. Desta forma, os biorreguladores Hormonagro 1, Basfoliar Kelp e Cytoquin, apresentaram o melhor efeito na reprodução de mudas de bananeira em câmara térmica, com obtenção de materiais sadios e com maior número de brotações; sendo uma alternativa viável para uma produção adequada em qualquer época do ano, em condições que podem ser controladas no setor da banana.

**Palavras-chave:** alternativas biológicas; *Musa* AAA; número de brotos; reprodução assexuada.

### Introducción

El banano (*Musa* spp.) es un fruto proveniente de zonas tropicales, caracterizado por su crecimiento rápido y perenne, así como por su alto valor nutricional en la alimentación humana (Gonzabay, 2017). Estos aspectos han contribuido a su comercialización global, teniendo como resultado la distribución masiva del mismo, aumento de la superficie sembrada y de la producción (Velasteguí y Herrera, 2017). Ecuador es considerado uno de los principales países exportadores de banano, posicionándose, después del petróleo, como la actividad más importante en la economía del país. La producción de banano de Ecuador es suficiente para cumplir con la tercera parte de las exportaciones a nivel global de banano; estando su comercialización entre 80 y 85 millones de cajas, lo que representa el 40 % de la producción mundial de este fruto (Vásquez, 2017).

Ribeiro y Staver (2015) señalaron que el banano puede presentar diversas complicaciones durante su crecimiento, entre las que se cuentan ciertas enfermedades provenientes de distintos agentes patógenos, como hongos, virus, bacterias, entre otros. Para Torres *et al.* (2020) existe la necesidad de evaluar cultivares que reúnan mejores características agronómicas y fitosanitarias para favorecer las prácticas de manejo, tolerancias a factores climáticos adversos, mayor rendimiento y calidad. En tanto que, Jácome y Herrera (2020) aportaron que actualmente el cultivo de banano se ve afectado por muchas enfermedades, como Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), Erwinia (*Erwinia* sp.), Hereque (*Ralstonia solanacearum*), entre otras, que disminuyen el nivel de producción, pero se desconoce la etiología de algunas de ellas, por lo que se debe realizar la identificación, caracterización morfológica y la evaluación de alternativas de manejo y control ante estas afecciones. De esta manera, se busca garantizar la producción de materiales sanos, mediante la propagación *in vitro* y el uso de técnicas novedosas, como la cámara térmica. Para Cedeño *et al.* (2016), es aquella donde se someten los cormos y yemas a un sistema de limpieza, que comprende la termoterapia (temperaturas entre 50 y 70 °C), que influye en la activación de yemas. Silva *et al.* (2018) indicaron que la termoterapia es una técnica eficiente que reduce la severidad de enfermedades que se podrían presentar. Borges *et al.* (2021) señalaron que el proceso de propagación masiva en musáceas en las fases de multiplicación con el uso de nuevas técnicas ha dado ventajas con relación a los métodos tradicionales de propagación de estos cultivos.

Por otra parte, la micropropagación o propagación *in vitro*, es una herramienta biotecnológica de gran utilidad para la producción de plantas genéticamente homogéneas, que presenta importantes ventajas con respecto a

la propagación vegetativa tradicional. Entre sus principales ventajas, destacan: rapidez del proceso, óptima calidad sanitaria del material producido, manipulación de grandes cantidades de material vegetal en espacios muy reducidos, entre otros (George y Debergh, 2008). Así, Hernández y García (2016) señalaron que las hormonas vegetales, también conocidas como fitohormonas, son sustancias que juegan un papel clave en el desarrollo en las plantas, ya que son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas, como el crecimiento y el desarrollo en respuesta a las señales del ambiente como la luz. Osuna *et al.* (2020) comentaron que el uso de biorreguladores vegetales tiende a convertirse en un componente importante de los procedimientos agronómicos para mejorar el rendimiento.

Para el manejo agronómico eficiente y aumento de la producción en cosechas vegetales, se cuenta con diversas sustancias, entre las que se encuentran: i) Alga 600, que es un extracto 100 % natural derivado del alga marina silvestre *Sargassum*, el cual posee un alto contenido de polisacáridos, vitaminas, minerales, aminoácidos, entre otros, que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de complejos sistemas fisiológicos multifuncionales; ii) Miro, es un bioestimulante con un marcado efecto corrector del estrés hídrico, lo que se traduce en una mayor calidad, rendimiento, consistencia, entre otros (Anzola, 2005); iii) Hormonagro 1, influye en la fisiología de la planta, jugando, jugando un papel importante en el crecimiento, floración y maduración; ejerce su función en muy bajas concentraciones y su principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento y permitiendo su control; iv) Hormonagro Ana, es una hormona de crecimiento que estimula el desarrollo de raíces y la división de células, con el fin de obtener precocidad en el ciclo del cultivo (Arditti, 1990); v) Basfoliar Kelp, es un fertilizante foliar bioestimulante a base de algas marinas (*Ecklonia maxima*), con fitohormonas, aminoácidos y sales minerales; promueve el desarrollo foliar y radicular, siendo efectivo en la recuperación de situaciones de estrés; vi) Cytokin, es un bioestimulante que promueve el crecimiento vegetal y facilita la nutrición de las plantas, promoviendo el brote y desarrollo de las yemas, crecimiento de la raíz y el vigor de la planta; y vii) Basfoliar Algae, es un fertilizante bioestimulante líquido concentrado, extraído del alga *Durvillea antarctica*, enriquecido con macro y micronutrientes; es un activador del metabolismo general de las plantas, equilibrando sus funciones fisiológicas a nivel celular (Anzola, 2005).

Considerando la importancia de obtener materiales sanos, mayor producción en cualquier época del año y en condiciones que pueden ser controladas, el objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de diferentes biorreguladores del crecimiento en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, mediante la cuantificación de la cantidad de brotes producidos.

## Materiales y Métodos

### Localidad experimental

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de El Oro-Machala, Ecuador, en las coordenadas geográficas: 3°15'52" S y 79°57'04" O, que presenta una temperatura media anual de 25 °C, precipitación de 500 a 1.000 mm /año y altitud de 6 msnm (INAMHI, 2018).

### Diseño de la investigación

El diseño experimental fue completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental fue un vástago del cultivar de banano Williams perteneciente al subgrupo Cavendish. Se realizaron aplicaciones de los tratamientos y observaciones por un periodo de 9 semanas.

### Origen de los vástagos y tratamientos aplicados

Los vástagos fueron obtenidos de unidades productivas cercanas a la localidad de experimentación. Se realizó el recorrido y revisión en las fincas para la selección y obtención de los vástagos (hijos de las plantas de banano) en buenas condiciones, libres de insectos y enfermedades, con altura de aproximadamente 1 m. Se desinfectaron con creolina (al 1 %), realizando una limpieza de los mismos eliminando restos de tierra, todas las raíces, partes que se encontraban afectadas por diversos daños y la parte aérea. Se procedió a la extracción de vainas (que rodean al cormo) con un cuchillo desinfectado (creolina al 1 %) hasta quedar completamente blancos (para remover restos biológicos de plagas). Seguidamente se extrajo la yema apical del cormo para garantizar la eliminación de la dominancia apical e inducir la brotación de yemas axilares (Cedeño *et al.* 2016).



En la Tabla 1 se detallan los siete tratamientos utilizados: T1, Alga 600; T2, Miro; T3, Hormonagro Ana; T4, Hormonagro 1; T5, Basfoliar Kelp; T6, Cytokin; T7, Basfoliar Algae y T8, agua destilada (testigo).

**Tabla 1.** Tratamientos aplicados en la reproducción de plántulas de banano en Ecuador.

Tratamiento	Biorregulador	Nivel aplicado*
1	Alga 600	3 g/l
2	Miro	3 ml/l
3	Hormonagro Ana	1 ml/l
4	Hormonagro 1	3 ml/l
5	Basfoliar Kelp	5 g/l
6	Cytokin	3 g/l
7	Basfoliar Algae	3 ml/l
8	Agua destilada (testigo)	

\*Los niveles de todas las aplicaciones corresponden a las recomendadas por los fabricantes.

### Variable evaluada

La variable evaluada durante los tratamientos fue la cantidad de brotes producidos por cormo, contabilizándose su número por cada cormo luego de 9 semanas, para luego calcular la media aritmética de los valores según el tratamiento (Cedeño *et al.*, 2016).

### Área experimental y cámara térmica

La cámara térmica se construyó con materiales de la zona (madera), con dimensiones de 1,5 x 12 x 2,5 m de ancho, largo y alto, respectivamente, y cubierta con un plástico térmico transparente de 0,6 mm de espesor (Figura 1). Como sustrato se usó aserrín (0,2 mm de espesor, limpiado y lavado con agua destilada), colocándose en el piso de la cámara térmica hasta lograr una capa de 30 cm.



**Figura 1.** Fotografía de la cámara térmica utilizada para evaluar el efecto de biorreguladores del crecimiento en la reproducción de plántulas de banano.

### Manejo

Los vástagos fueron llevados al área experimental, donde se pesaron (entre 1 y 2 kg) en una balanza electrónica marca KERN, modelo PCB 350-3, Alemania; luego fueron separados por masa y tamaño uniforme. Seguidamente se sumergieron en envases plásticos con la solución de su respectivo tratamiento (tres repeticiones) por un tiempo de 20 min, luego fueron colocados bajo sombra, sobre un piso, fuera de la cámara térmica por 24 h, para que la solución se infiltrara al interior del cormo, y evitar la degradación del reactivo por alta temperatura o insolación. Posteriormente, fueron llevados a la cámara térmica y se sembraron, quedando cubiertos con un espesor de 5 cm de aserrín a una distancia de 10 cm entre cormos, y 20 cm entre calles.

Se realizaron re-aplicaciones de los tratamientos señalados cada 15 d, a todos los cormos, en *drench* (alrededor del cormo con las cantidades señaladas para cada tratamiento). El agua para riego se aplicó mediante un sistema por aspersión, con una frecuencia de dos veces al día. Se efectuaron las respectivas revisiones en la cámara térmica, midiéndose la temperatura diariamente con un termómetro modelo E5565AS1, marca Femometer, Estados Unidos de América, durante las 9 semanas, presentándose una temperatura media de 60,72 °C.

### Análisis estadístico

Previamente se realizó un análisis exploratorio de datos, mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, para comprobar si los datos obtenidos cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad, respectivamente. Una vez que se evidenció que los datos cumplieron los supuestos mencionados anteriormente, se procedió a realizar un análisis de la varianza de una vía (ANOVA) paramétrico, con la finalidad de evidenciar si al menos un tratamiento era diferente estadísticamente al resto de los mismos, y comparación múltiple de medias (prueba de Tukey para una significancia del 95 %), para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS® (SAS, 2020).

## Resultados y Discusión

El análisis de varianza indicó que existieron diferencias estadísticamente significantes ( $p < 0,05$ ) al ser analizado el número de brotes en T4, T5 y T6 con respecto a los demás tratamientos, presentando 69, 74 y 67 brotes, respectivamente, siendo los mejores tratamientos para la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, en comparación con T7: 56, T3: 55, T8: 46, T1: 40 y T2 con 39 brotes. En la Tabla 2 se puede observar el análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 2.** Análisis de varianza (ANOVA) en la reproducción de banano en Ecuador.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Modelo	7	419,8333333	59,9761904	9,79	<0,0001
Error	16	98,0000000	6,1250000		
Total	23	517,8333333			

DF: grados de libertad, F: coeficiente, Pr: probabilidad.

Los resultados coincidieron con los reportados por Njukwe *et al.* (2007) con 50 brotes por cormo en cámara térmica. Lescot y Staver (2013) indicaron en su investigación en banano, 60 brotes por cormo, en el mismo número de días, en cámara térmica. Así mismo, Serna y Zamorano (2009), evaluando la respuesta de proliferación de cormos y Cedeño *et al.* (2016) utilizando otros biorreguladores (6-bencilaminopurina (6-BAP) y un bioestimulante a base de extracto de alga) en micropropagación de banano Williams, utilizando cámara térmica, reportaron 45 brotes por cormo, indicando además que es importante en la brotación de yemas, el ambiente de propagación y la respectiva interacción de factores. Pinargote (2021) en su investigación sobre propagación en cámara térmica utilizando humus de lombriz, presentó 54 brotes por cormo. En este contexto, Kwa (2003) expresó que es importante dentro de las cámaras térmicas, apreciar la emergencia y crecimiento de los brotes, revisando la temperatura, que tiene un papel importante en la mayor actividad, proliferación y desarrollo de las yemas.

Bermúdez *et al.* (2019), por su parte, determinaron que la tasa de multiplicación y de regeneración de las yemas se ve afectada significativamente por el tipo de regulador del crecimiento, demostrando que el uso potencial de reguladores de crecimiento para la multiplicación de yemas adventicias, permite obtener en breves períodos de tiempo dichas estructuras sin afectar su regeneración y multiplicación, lo cual posibilitaría su empleo en los programas de mejoramiento genético de bananos. En cuanto a la media aritmética de brotes, para T4, T5 y T6 fue de 23, 25 y 22 brotes, respectivamente, siendo el menor para T2 con 13 brotes. Esto coincidió con los resultados presentados por Ríos *et al.* (2013) con 14 brotes y por Ayuque e Inga (2019) con la aplicación de biorreguladores en la propagación vegetativa en variedades de banano en cámara térmica. También, Faturoti *et al.* (2002), mencionaron haber obtenido 17 brotes por cada cormo, todos con utilización de cámara térmica (Tabla 3).

**Tabla 3.** Comparación múltiple de medias ( $p \leq 0,05$ ) en la reproducción de banano, Ecuador.

Tratamiento	Medias	Agrupamiento según prueba Tukey
5	24,67	a
4	23,00	a
6	22,33	a
7	18,66	ab
3	18,33	ab
8	15,33	b
1	13,33	b
2	13,00	b

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La prueba de Tukey 95 % indicó que existieron tres grupos diferentes estadísticamente significativos, las mayores medias de números de brotes se obtuvieron en T4, T5 y T6, los cuales son estadísticamente semejantes entre sí, y diferentes a los demás tratamientos, presentando 23; 24,67 y 22,33 brotes, respectivamente, siendo los mejores tratamientos para la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica. Siguieron T3 y T7, los cuales son estadísticamente semejantes entre sí, presentando una media de 18,33 y 18,66 brotes, respectivamente. El tercer grupo de significancia estadística, fue para T8, T1 y T2, presentando una media de 15,33; 13,33 y 13 brotes, respectivamente.

Se logró garantizar la reproducción de los materiales mediante el uso de los biorreguladores en cámara térmica, reflejándose que las elevadas temperaturas que se generaron por el plástico y la humedad alcanzada, influyeron en la activación de yemas. Se observaron los mejores resultados con la aplicación de T4, T5 y T6, con obtención de materiales sanos, con mayor número de brotes, en condiciones que pueden ser controladas, entre otros. El uso de los biorreguladores Hormonagro 1, Basfoliar Kelp y Cytokin, presentaron el mejor efecto en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, con mayor número de brotes por cormo y cantidad de brotes. T4, T5 y T6 son estimulantes que permiten la formación de un mayor sistema radicular en las plantas, empleados para la propagación asexual y el vigor de la planta. Los biorreguladores Alga 600 y Miro, presentaron el menor efecto en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, con menor número de brotes por cormo y media de brotes.

Arditti (1990) indicó que el producto Alga 600 es un extracto 100 % natural derivado del alga marina silvestre *Sargassum*, el cual posee propiedades garantizadas de polisacáridos, vitaminas, minerales, aminoácidos y ácido algínico. Su composición garantiza 600 ppm de 3 hormonas naturales: auxinas, giberelinas y citoquininas, regulando de forma bidireccional el crecimiento y desarrollo vegetal. El producto Miro, es un bioestimulante foliar balanceado de forma natural, con efecto hormonal, formulado a base de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*. Por la característica de la mayoría de los bioestimulantes de ser extractos botánicos, de algas marinas, como *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum*, entre otras, su naturaleza es totalmente diferente a los estimulantes de origen sintéticos, por lo que, su función en la planta puede variar.

Por lo señalado, se evidencia la importancia de realizar investigaciones, para observar las potencialidades de cada producto y observar los beneficios en diferentes situaciones. Los resultados reflejados sobre la evaluación del uso de diferentes biorreguladores del crecimiento en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, coinciden con Galan *et al.* (2018), comentando que la adición de reguladores de crecimiento resulta indispensable en la micropropagación comercial de Musa. Así, Cevallos *et al.* (2019) señalaron que es necesario que se logre mejorar la productividad, pero sin producir un impacto negativo al ambiente. Así mismo, Cedeño *et al.*, (2021) indicaron que se debe producir con calidad, sin contaminar, con beneficios para la salud de todas las personas involucradas. Villasmil *et al.* (2021) reflejaron que los productos de origen biológico representan una alternativa ecológica para el manejo agrícola; pudiéndose utilizar con excelente respuesta en cuanto a desarrollo, siendo la producción orgánica una alternativa viable. Igual Nava *et al.* (2021) indicaron la gran importancia de utilizar productos de origen biológico como una alternativa ecológica, a fin de disminuir el impacto negativo a las personas y al ambiente por el uso de los agroquímicos.

## Conclusiones

Se pueden usar diferentes biorreguladores del crecimiento en la reproducción de plántulas de banano en cámara térmica, mediante la cuantificación de la cantidad de brotes producidos, siendo una alternativa ecológica totalmente viable y en condiciones que pueden ser controladas en el rubro banano. Los biorreguladores Hormonagro 1, BasfoliarKelp y Cytokin, fueron los que presentaron los mejores efectos en la reproducción de plántulas de banano.

## Referencias Bibliográficas

- Anzola, L. (2005). *Índice agropecuario*. 30<sup>ra</sup> ed. Caracas: Cronotip impresores.
- Arditti, J. (1990). Lewis Knudson: his science, his times and his legacy. *Lindleyana*, 5, 1-79.
- Ayuque, L., Inga, J. (2019). *Aplicación de biorregulador en la propagación vegetativa en variedades de banano (Musa paradisiaca L.) en cámara térmica*. Tesis de grado. La Merced: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Bermúdez, I., Rodríguez, M., Reyes, M., Jiménez, A. (2019). Efecto del uso combinado de dos citoquininas en la multiplicación y regeneración de yemas adventicias de banano Gros Michel (*Musa AAA*). *Bioteología Vegetal*, 19(2), 139-146.
- Borges, M., Reyes, D., Frías, A. (2021). Micropropagación del plátano cultivar enano guantanamero (*Musa AAB*) con el empleo del Pectimorf. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 67-73.
- Cedeño, G., Soplin, H., Helfgott, S., Cedeño, G., Sotomayor, I. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macropropagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397-408.
- Cedeño, J., Díaz, E., Conde, E., Cervantes, A., Avellán, L., Zambrano, M., Tobar, J., Estévez, S., Sánchez, A. (2021). Evaluación de la severidad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano "Barraganete" bajo fertilización con magnesio. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 44(1), 4-11.
- Cevallos, M., Urdaneta, F., Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: dimensiones e indicadores para su estudio. *Revista de Ciencias Sociales de la Facultad de Economía de la Universidad del Zulia*, 15(3), 172-185.
- Faturoti, B., Tenkouano, A., Lemchi, J., Nnaji, N. (2002). *Rapid multiplication of plantain and banana: macropropagation techniques*. Idaban: A pictorial guide.
- Galan, V., Rangel, A., López, J., Pérez, J., Sandoval, J., Souza, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 122-130.
- George, E., Hall, F., Klerk, D. (2008). *Micropropagation: uses and methods. Plant propagation by tissue culture*. 3<sup>rd</sup> ed. Dordrecht: Springer Publishing.
- Gonzabay, R. (2017). Cultivo del banano en el Ecuador. *Revista Afese*, 4, 113-142.
- Hernández, E., García, I. (2016). Brasinoesteroides en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 441-450.
- INAMHI. (2018). *Boletín Agroclimático Decadal*. Boletín informativo No. DEI-BAD-30. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).



- Jácome, S., Herrera, F. (2020). *Identificación del agente patógeno causal de daños ocasionados en la fase de post-cosecha del cultivo de banano (Musa paradisiaca L.)*. Tesis de grado. Quevedo: Universidad Técnica estatal de Quevedo.
- Kwa, M. (2003) Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige dubananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles *in vivo*. *Fruits*, 58, 315-318.
- Lescot, T., Staver, C. (2013). *Bananas, plátanos y otras especies de musáceas. Material de propagación de calidad declarada: protocolos y normas para material propagado vegetativamente*. Roma: FAO-CIP (Eds.).
- Nava, J., Urdaneta, T., Centanaro, P. (2021). Alternativas ecológicas de control de *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de plátano. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 44(3), 199-207.
- Njukwe, E., Tenkouano, A., Amah, D., Sadik, K., Perez, M., Nyine, M., Dubois, T. (2007). *Macro-propagation of banana and plantain: training manual*. Entebbe: ASARECA.
- Osuna, T., Chavarín, Z., Carrillo, J., Valdez, J., Heredia, J. (2020). Efecto de aspersiones de biorreguladores en precosecha sobre el crecimiento y maduración del mango Keitt. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 42(3), 78-89.
- Pinargote, G. (2021). *Influencia de varias tecnologías sobre la propagación intensiva del plátano en cámara térmica*. Tesis de grado. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Ribeiro, M., Staver, C. (2015). *Bananos y plátanos en sistemas de producción complejos: Lecciones para la sostenibilidad*. III Congreso Latinoamericano y del Caribe de Plátanos y Bananos. Corupá: Congreso MUSALAC.
- Ríos, G., Añez, N., Maribel, M., Bracho, B., Araujo, D., Suárez H., Nava, J. (2013). Cultivo *in vitro* de yemas, tratadas con benciladenina, provenientes de cormos enteros o seccionados de plátano cambur manzano. *Bioagro*, 25(2), 137-142.
- Serna, J., Zamorano, C. (2009). Respuesta de proliferación de cormos del híbrido de plátano FHIA 21 (*Musa* AAAB) mediante la técnica PIF. *Temas Agrarios*, 14(1), 24-31.
- Silva, L., Ferreira, R., Ribeiro, C., Mendes, M., Fernandes, M., Hiydu, E. (2018). Hydrothermal treatment in the management of anthracnose in Prata-Ana banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(2), 122-134.
- Statistical Analysis System (SAS®). (2020). *SAS Studio user's guide: statistics*. Version 15.1. Cary: SAS Institute Inc.
- Torres, D., García, L., Bermúdez, I., Sarria, H. Ribalta, O., Delgado, E., Pérez, A., Fernández, O. (2020). Respuesta morfo-agronómica y organoléptica de cinco cultivares de banano (*Musa* spp.) en condiciones de campo. *Biotecnología Vegetal*, 20(1), 43-50.
- Vásquez, R. (2017). El impacto del comercio del banano en el desarrollo del Ecuador. *Revista Afese*, 4, 167-182.
- Velasteguí, E. Herrera, E. (2017). Análisis de la producción y comercialización del banano como aspecto socioeconómico. *Visionario Digital*, 1(2), 39-52.
- Villasmil, R., Nava, J., Portillo, E., Díaz, E. (2021). Efecto del manejo agroecológico sobre el crecimiento de plántulas de *Theobroma cacao* L. en fase de vivero. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 45(1), 16-25.



UNIVERSIDAD  
DEL ZULIA

---

## REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Vol. 45. N°3, Septiembre - Diciembre, 2022

---

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada  
en Agosto 2022, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**  
**Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela***

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)  
[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)  
[www.produccioncientificaluz.org](http://www.produccioncientificaluz.org)