

## Evaluación de Bioactivadores en Plántulas de Banano, en Betania, Antioquia

**Liliana Andrea Ramírez Franco<sup>1</sup>**

[lilianaa.ramirez@udea.edu.co](mailto:lilianaa.ramirez@udea.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-9017-2372>

Ing. Agropecuaria,  
Msc. Docente, Universidad de Antioquia.  
Medellín. Colombia.

**Jarinson Echavarría Palacios**

[jarinson.echavarria@udea.edu.co](mailto:jarinson.echavarria@udea.edu.co)

<https://orcid.org/0009-0008-1404-2304>

Ing. Agropecuario,  
Msc. Docente, Universidad de Antioquia.  
Medellín. Colombia.

**Juan Felipe Rivera Hernández**

[juanf.rivera@udea.edu.co](mailto:juanf.rivera@udea.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-6063-4038>

Ing. Agropecuario,  
Msc. PhD. Docente, Universidad de Antioquia. Medellín.  
Colombia.

### RESUMEN

Los bioactivadores son abonos orgánicos, nitrogenados, líquidos, formulados a base de aminoácidos, péptidos y peptonas de origen natural. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de Ryzogen® y Klingquel® en el desarrollo de plántulas de banano en vivero. Para ello, se evaluaron diferentes dosis de ambos productos (0 mL L<sup>-1</sup>; 0,5 mL L<sup>-1</sup>; 1,0 mL L<sup>-1</sup>; 1,5 mL L<sup>-1</sup> y 2,0 mL L<sup>-1</sup>). Adicionalmente, para estudiar el efecto de los bioactivadores a la fertilización mineral convencional, se probaron los productos y dosis reportados en plantas con fertilización mineral y en plantas sin fertilización mineral (niveles CON y SIN), para un total de 18 tratamientos. El diseño utilizado fue completamente al azar, en un esquema factorial de 5 x 2 x 2 (5 dosis, 2 productos, con y sin fertilización química), con 10 repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura del pseudotallo (cm), diámetro del pseudotallo (cm), número de hojas, número de raíces, longitud de raíz más larga y más corta (cm). Los resultados obtenidos expresan que la variable altura obtuvo una interacción significativa entre Dosis y producto, y entre Dosis y fertilización. Para el diámetro del pseudotallo hubo interacción significativa entre Producto y fertilización, y entre Fertilización y Dosis, no se identificó interacción entre dosis y producto. Finalmente, para las variables número de hojas y número de raíces, no se encontraron diferencias significativas para los efectos probados (producto, dosis, fertilización).

**Palabras Clave:** *klingquel; ryzogen; variables de crecimiento; fertilización.*

---

<sup>1</sup> Autor principal

<sup>1</sup>Correspondencia: [lilianaa.ramirez@udea.edu.co](mailto:lilianaa.ramirez@udea.edu.co)

## Evaluation of Bioactivators on Banana Seedlings, in Betania, Antioquia

### ABSTRACT

Bioactivators are organic, nitrogenous, liquid fertilizers formulated with amino acids, peptides and peptones of natural origin. The objective was to evaluate the effect of the application of Ryzogen® and Klingquel® on the development of banana seedlings in nursery. For this purpose, different doses of both products were evaluated (0 mL L<sup>-1</sup>; 0.5 mL L<sup>-1</sup>; 1.0 mL L<sup>-1</sup>; 1.5 mL L<sup>-1</sup> and 2.0 mL L<sup>-1</sup>). In addition, to study the effect of the bioactivators on conventional mineral fertilization, the reported products and doses were tested on plants with mineral fertilization and on plants without mineral fertilization (CON and SIN levels), for a total of 18 treatments. The design used was completely randomized, in a 5 x 2 x 2 factorial scheme (5 doses, 2 products, with and without chemical fertilization), with 10 replications. The variables evaluated were pseudostem height (cm), pseudostem diameter (cm), number of leaves, number of roots, length of the longest and shortest root (cm). The results obtained show that the height variable obtained a significant interaction between dose and product, and between dose and fertilization. For pseudostem diameter, there was a significant interaction between product and fertilization, and between fertilization and dose; no interaction between dose and product was identified. Finally, for the variables number of leaves and number of roots, no significant differences were found for the effects tested (product, dose, fertilization).

**Keywords:** *bioactivator; klingquel; ryzogen; roots; growth*

## INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa* AAA Simmonds cv. “Williams”) representa un renglón importante en la producción de alimentos mundial. América Latina y el Caribe originan el 25% de la producción del planeta, sin embargo, el Caribe tiene mayor rendimiento después de Asia con un 54,1% (FAO, 2021). Por ello, el cultivo de banano es representativo para las economías agrícolas de las dos regiones mencionadas inicialmente, con cerca de 14,8 millones de toneladas exportadas, seguido por Asia con 4,5 millones de toneladas y África con 0,8 millones, para el año 2019 (FAO, 2020).

Según cifras de Augura, gremio bananero de Colombia, el país supera las 50 mil hectáreas sembradas de banano para exportación, las que se distribuyen en los departamentos de Antioquia, Magdalena y La Guajira. Los principales destinos para esta fruta son la Unión Europea (65%), Reino Unido (17%) y Estados Unidos (17%). La variedad Cavendish es la que pide el mercado y está adaptada a las condiciones agroclimáticas de estas zonas de Colombia, de altitudes entre 0 y 300 m.s.n.m (Redagrícola, 2020)

Por otra parte, el grupo de banano **Cavendish** (Vargas Céspedes, Watler, Morales, & Vignola, (2017) hace parte del grupo triploide AAA, que a su vez pertenece a las especies de banano que presentan frutos carnosos, comestibles y sin semillas; este subgrupo es de gran importancia en el comercio mundial; dentro de los cultivares Cavendish existe una gran diversidad de variedades, entre las cuales se encuentran Williams, Valery y Gran enano.

Al conocer las características y la importancia del sector bananero, se hace necesario emplear estrategias que favorezcan el crecimiento y desarrollo de estas plantas. En los últimos años se han propuesto nuevas estrategias para mejorar la sostenibilidad de la producción, una herramienta podría ser el uso de sustancias definidas como “bioactivadores” unos químicamente bien definidos tales como aminoácidos o polisacáridos y otros más complejos como los extractos de algas, que al ser aplicados en las plantas son bien absorbidos y utilizados de forma más o menos inmediata (AEFA, 2021), capaces de mejorar los parámetros de calidad de los cultivos, la eficiencia de los nutrientes y la tolerancia al estrés (Colla *et al.*, 2015). Adicionalmente, existen productos comerciales, tales como; Ryzogen®, el cual es un bioactivador compuesto a base de pectinatos, sucratos y aminoácidos, los cuales recuperan el equilibrio hormonal y energético a nivel de la raíz,

favoreciendo la capacidad exploratoria de la raíz para la eficiente captación de agua y nutrientes y el desarrollo armónico y equilibrado de la parte aérea de la planta (tallos, ramas y brotes), mejorando la productividad de los cultivos (Biogen, 2021). Por otra parte, el bioactivador KLINGQUEL® RAÍCES es una formulación líquida diseñada para promover el desarrollo radicular de toda clase de cultivos, su aplicación se traduce en buen desarrollo y crecimiento de plantas, que les permite expresar al máximo su potencial genético.

Finalmente, en la actualidad existe poca información sobre el efecto de los bioactivadores en plántulas de banano, es por ello, que el objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de Ryzogen® y Klingquel® en plántulas de banano (*Musa x paradisiaca*) en estado de vivero, en el municipio de Betania, Antioquia

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Localización:** La investigación se desarrolló en el municipio de Betania - Antioquia Colombia (figura 1), vereda Los Aguacate, finca Agua Linda. a 5°57'42''N y 75°55'39''W. a una altura de 1100 msnm, temperatura promedio de 24° C y una humedad relativa de 50.1%.

**Material vegetal y de cultivo:** Se utilizaron 200 plántulas de banano Grupo Cavendish, variedad Williams (AAA), reproducidas mediante cultivo *in vitro* provenientes del laboratorio de tejidos Meristemas Colombia S.A.S.

**Aplicación de bioactivadores fisiológicos:** Los bioactivadores fisiológicos utilizados en este estudio, fueron suministrados por la empresa T.Q.C. Colombia. La aplicación de los productos se realizó en tres momentos a lo largo de la fase de vivero, la primera aplicación se realizó al momento de la siembra de las plántulas, la segunda 15 días después de la primera y la última se efectuó en la semana seis de la etapa de vivero.

**Diseño Experimental y análisis estadísticos.** Para estudiar el efecto de la aplicación de Ryzogen® y Klingquel® en plántulas de banano se realizó un ensayo donde se evaluaron diferentes dosis de ambos productos. Las dosis evaluadas fueron (0 mL L<sup>-1</sup>, 0,5 mL L<sup>-1</sup>, 1,0 mL L<sup>-1</sup>, 1,5 mL L<sup>-1</sup> and 2,0 mL L<sup>-1</sup>). Para estudiar el efecto adicional de la aplicación de Ryzogen® y Klingquel® a la fertilización mineral convencional, se probaron los productos y dosis reportados en plantas con fertilización mineral y en plantas sin fertilización mineral (niveles CON y SIN)

El experimento se realizó en un diseño completamente al azar, en un esquema factorial de 5 x 2 x 2 (5 dosis, 2 productos, con y sin fertilización química), con 10 repeticiones, para un total de 20 tratamientos. Distribuidos así:

**Tratamientos 1 al 5**, fueron la aplicación de Ryzogen con las dosis (0 mL L<sup>-1</sup>, 0,5 mL L<sup>-1</sup>, 1,0 mL L<sup>-1</sup>, 1,5 mL L<sup>-1</sup> and 2,0 mL L<sup>-1</sup>), más la adición de fertilizante.

**Tratamientos 6 al 10** fueron la aplicación de Ryzogen con las dosis (0 mL L<sup>-1</sup>, 0,5 mL L<sup>-1</sup>, 1,0 mL L<sup>-1</sup>, 1,5 mL L<sup>-1</sup> and 2,0 mL L<sup>-1</sup>), sin adición de fertilizante.

**Tratamientos 11 al 15**, fueron la aplicación de Klingquel con las dosis (0 mL L<sup>-1</sup>, 0,5 mL L<sup>-1</sup>, 1,0 mL L<sup>-1</sup>, 1,5 mL L<sup>-1</sup> and 2,0 mL L<sup>-1</sup>), más la adición de fertilizante.

**Tratamientos 16 al 20** fueron la aplicación de Klingquel con las dosis (0 mL L<sup>-1</sup>, 0,5 mL L<sup>-1</sup>, 1,0 mL L<sup>-1</sup>, 1,5 mL L<sup>-1</sup> and 2,0 mL L<sup>-1</sup>), sin la adición de fertilizante.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de todas las variables, incluyendo media, desviación estándar, coeficiente de variación, mediana, cuartiles, valores máximo y mínimo y correlación entre variables e identificación de outliers. Posteriormente, se analizaron los supuestos del análisis de variación (ANOVA), que son la normalidad y homocedasticidad de los residuos, mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett, respectivamente. Si no se cumplen los supuestos, los datos se transformarán de acuerdo con la metodología de Box-Cox (1964).

Los supuestos, la ANOVA se realizó en un esquema de tres factores, y cuando la interacción entre los factores es significativa, la interacción se dividió, realizando un ajuste de regresión para estudiar el efecto de las dosis en cada nivel del factor correspondiente (Producto y / o fertilización mineral) y comparación de medias mediante la prueba de Tukey para los factores (Producto y / o fertilizante mineral) dentro de cada nivel de dosis. Si no existe interacción significativa entre los factores, se analizan los efectos simples, realizando ajuste de regresión para dosis y comparaciones de medias por la prueba de Tukey para los demás factores.

El nivel de significancia considerado será un 5% de probabilidad. Los análisis se realizaron en el software R 4.0 (2020).

### **Variables evaluadas:**

**Altura del pseudotallo:** fue determinada con ayuda de una regla, teniendo en cuenta la longitud del cuello (base) de la planta hasta el terminal del peciolo del último limbo producido. Las mediciones se efectuaron cada siete días hasta el final de la etapa de vivero. Esta variable se midió en centímetros (cm) cada semana

**Diámetro del pseudotallo:** se determinó a 1 cm del cuello de la planta con ayuda de un calibrador, se efectuó cada siete días hasta el final de la etapa de vivero. La medición de esta variable se realizó en centímetros (cm) cada semana.

**Número de hojas vivas:** esta variable se midió cada siete días y se expresó en unidad de hojas.

**Número de raíces:** el conteo de raíces se realizó a los dos meses y medio, determinándose el número total sumando el número de raíces primarias y secundarias promedio por unidad experimental por tratamiento y por repetición. se efectuó cada siete días hasta el final de la etapa de vivero y se expresó en unidad de raíces.

**Longitud de raíz más corta:** La medición de la longitud de la raíz más corta se realizó escogiendo dentro de la rizosfera de la planta la raíz de cada cormo con menor longitud. Se realizaron 4 mediciones las cuales fueron destructivas; la primera medición se realizó el día de la siembra de las plántulas, la segunda fue 14 días después de la primera aplicación del producto, la tercera 26 días después de la segunda aplicación del producto y la última fue finalizada la etapa de vivero. Esta variable se expresó en centímetros (cm)

**Longitud de raíz más larga:** La medición de la longitud de la raíz más larga se hizo igual que a la de longitud de raíz más corta. Se expresó en centímetros.

**Producción de materia seca de la parte aérea y raíces más rizoma:** obtenida por el peso del material vegetal después del secado en la estufa. Esta variable fue medida 4 veces en toda la etapa de vivero y se expresó en gramos (g).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Altura del pseudotallo**

Para la variable Altura del Pseudotallo (**Tabla 1**), hubo una interacción significativa entre Dosis y producto, y entre Dosis y fertilización, sin embargo, es decir, los resultados del rendimiento del

producto en función de la dosis variaron según el producto utilizado, y dependiendo sobre la presencia o no de fertilización, por otro lado, no se encontró una interacción significativa entre los tres factores al mismo tiempo (dosis, producto, fertilización).

Como se puede observar en la **Tabla 1**, para la variable Altura del Pseudotallo, excepto para la dosis 0, que se esperaba por ser el “testigo”, para el resto de la dosis Klingquel® presentó los valores promedio más altos, con relación a la fertilización, dosis 0 (control), 0,5X y 1X, no se detectó diferencia significativa entre el uso o no de fertilización para esta variable, por otro lado, para dosis 1,5X y 2X, los promedios más altos fueron para el tratamiento sin fertilización.

Estudios realizados por Agudelo y Polanco (2019), analizando plantas de tomate a la aplicación de bioactivadores, encontraron que la variable altura de la planta tratadas con Tecnoverde® fueron las que mayor altura alcanzaron 156,40 cm, seguidas muy de cerca por las plantas tratadas con Bioagro Triple A 144.65 cm, las plantas testigo fueron significativamente de menor altura, lo que evidencia un efecto de los productos aplicadas sobre la altura de la planta.

Adicionando a lo anterior. Terry *et al.*, (2013), con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili), a la aplicación sola o combinada de productos bioestimulantes y biofertilizantes (EcoMic® con Fitomas-E®, Liplant® y Dimargón®). Encontraron que las variables altura, número de hojas por planta y masa fresca y seca. Se estimularon con la combinación EcoMic®+Fitomas-E®. Adicionalmente, Terry *et al.*, (2008), evaluando el bioactivador natural BIOSTAN en plantas de tomate, en diferentes momentos de aplicación del producto (inicio de la floración y floración-fructificación). Dichos autores concluyen que los resultados mostraron un efecto positivo de este producto natural sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo del tomate.

Por otra parte, Alonso *et al.*, (2016), evaluando bioactivadores en el cultivo de caña, como estrategia para acelerar la recuperación del cultivo a efectos negativos como el déficit hídrico, encontraron que, todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas con respecto al control en cuanto a la población de tallos, pero la mayor población de tallos se obtuvo con el tratamiento CF (Urea convencional 115 kg of N ha<sup>-1</sup> )+B (bioestimulante), Todos los tratamientos tuvieron un peso de tallo significativamente mayor (P< 0.10) que el control, pero los pesos de tallo no

difirieron entre los tratamientos con fertilizante o bioactivador. Los incrementos de peso medidos en los tratamientos con bioactivadores (B y CF+B) ascendieron al 12%. A lo anterior, los autores concluyen que todos los tratamientos tuvieron un rendimiento de caña significativamente mayor en comparación con el tratamiento de control

### **Diámetro del pseudotallo**

Para la variable diámetro del pseudotallo, hubo interacción significativa entre Producto y fertilización, y entre Fertilización y Dosis, no se identificó interacción entre dosis y producto, lo que indica que para esta variable no hubo efecto de dosis diferencial con relación a los productos. No encontramos una interacción significativa entre los tres factores al mismo tiempo (dosis, producto, fertilización). Como se puede observar en la tabla 1, las dosis 1 y 1,5 no difirieron con relación a la fertilización, para la dosis 2 las plantas sin fertilizar presentaron valores promedio más altos. Para la dosis 0, los valores más altos fueron para fertilización. En cuanto a la interacción entre fertilización y producto, los productos no difirieron entre sí cuando se usó fertilización, pero sí cuando no se usó fertilización, donde el producto Klingquel® tuvo un valor promedio más alto, mientras que con relación al efecto fertilización, las plantas tratadas con Klingquel® no difirió en cuanto al uso de fertilización, ya que al utilizar el producto Ryzogen®, las plantas con fertilización presentaron mayor valor de diámetro (**Tabla 1**)

Cabe destacar en los resultados obtenidos en esta investigación, que las variables número de hojas, longitud de la raíz más ancha y longitud de la raíz más corta, no se encontraron diferencias significativas para los efectos probados (producto, dosis, fertilización). Al observar las variables altura y diámetro del Pseudotallo (**Tabla 1**), se observó una interacción significativa entre Dosis y producto, y entre Dosis y fertilización.

Estos resultados se podrían explicar porque los bioactivadores son sustancias orgánicas complejas promotores de crecimiento y vigor capaces de inducir la síntesis de auxinas, pueden actuar sobre los factores de transcripción de las plantas y en la expresión génica, en las proteínas de membrana, alterando el transporte iónico y en enzimas metabólicas capaces de afectar el metabolismo secundario, para modificar la nutrición mineral y producir precursores de hormonas vegetales (Macedo y Castro, 2015). Adicionalmente, son sustancias que promueven el equilibrio hormonal

de las plantas, al mismo tiempo que modifican o cambian los diversos procesos fisiológicos y metabólicos, tales como el aumento de la división y el alargamiento de la célula, estimulación de la síntesis de clorofila, estimulación de la fotosíntesis, diferenciación de yemas florales y mitigan los efectos de factores bióticos y abióticos (Agrositio, 2021).

Por otra parte, el diámetro del tallo en plantas de tomate, aunque no presentó diferencias significativas entre los tratamientos Bioagro Triple A y Tecnoverde®, el mayor diámetro del tallo se presentó en las plantas a las cuales se les aplicó el producto Bioagro Triple A 1,21 cm frente a 1,13 cm del Tecnoverde; así mismo estos valores fueron superiores al diámetro del tallo del testigo 1. Esto evidencia que los productos aplicados si ejercieron un efecto positivo sobre el diámetro del tallo (Agudelo y Polanco, 2019).

**Tabla 1.** Valores promedio de altura y diámetro del pseudotallo, con relación a la interacción entre productos y dosis, y dosis y fertilización, para la altura del pseudotallo, y de la relación entre la interacción de fertilización y dosis y fertilización y producto, para el diámetro del pseudotallo.

| <b>Altura del Pseudotallo (cm)</b> |                  |    |                |   |                 |   |                 |   |  |
|------------------------------------|------------------|----|----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|--|
| <b>Dosis</b>                       | <b>Klingquel</b> |    | <b>Ryzogen</b> |   | <b>Con Fert</b> |   | <b>Sin Fert</b> |   |  |
| 0                                  | 12,56            | A* | 12,94          | A | 13,94           | A | 11,56           | A |  |
| 0,5                                | 14,50            | B  | 12,25          | A | 13,36           | A | 13,39           | A |  |
| 1                                  | 14,39            | B  | 12,00          | A | 12,93           | A | 13,46           | A |  |
| 1,5                                | 15,72            | B  | 11,72          | A | 12,67           | B | 14,78           | A |  |
| 2                                  | 14,93            | B  | 12,75          | A | 13,12           | B | 14,56           | A |  |

| <b>Diámetro del Pseudotallo (cm)</b> |                 |   |                 |   |                 |      |                 |      |    |
|--------------------------------------|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|------|-----------------|------|----|
| <b>Dosis</b>                         | <b>Con Fert</b> |   | <b>Sin Fert</b> |   | <b>Com Fert</b> |      | <b>Sin Fert</b> |      |    |
| 0                                    | 2,36            | A | 1,98            | B | Klingquel       | 2,09 | aB              | 2,36 | aA |
| 0,5                                  | 2,12            | A | 2,19            | A | Ryzogen         | 2,16 | aA              | 1,94 | bB |
| 1                                    | 2,15            | A | 2,09            | A |                 |      |                 |      |    |
| 1,5                                  | 2,02            | A | 2,09            | A |                 |      |                 |      |    |
| 2                                    | 1,98            | B | 2,40            | A |                 |      |                 |      |    |

\*Medias seguidas de letras iguales MAYÚSCULAS en la línea y minúscula en la columna no difieren significativamente entre sí, por el test de Tukey a 5%.

## Número de raíces

Para la variable número de raíces, no se identificó ningún efecto significativo para la interacción entre factores, pero se encontró significancia para los efectos simples del producto y la fertilización, no se identificó ningún efecto de dosis. Como se puede observar en la **Tabla 2**, las plantas tratadas con Klingquel® tuvieron un mayor número de raíces, de manera similar, las plantas sin fertilización tuvieron un mayor número de raíces.

**Tabla 2.** Valores promedio del número de raíces, con relación al producto utilizado y fertilización.

| Número de raíces (unidad de raíces) |       |   |
|-------------------------------------|-------|---|
| Klingquel                           | 13,91 | a |
| Ryzogen                             | 11,76 | b |
| Con Fertilización                   | 12,08 | b |
| Sin Fertilización                   | 13,59 | a |

\*Médias seguidas de letras iguales en la columna no difieren significativamente entre sí, por el test de Tukey a 5%.

Estos resultados pueden ser soportados porque KLINGQUEL® RAÍCES, activa la función radicular, estimula el desarrollo y crecimiento, lo que les permite expresar su potencial genético, a su vez, este producto incrementa la resistencia natural a plagas y enfermedades, creando una barrera de defensa (Biogen Agro, 2018). Nutre y fortalece los cultivos desde las raíces, expandiendo su efecto hasta los puntos de crecimiento gracias a la movilidad, la biodisponibilidad y la compatibilidad química que caracterizan a los constituyentes de su fórmula integral. Además de aportar nutrientes esenciales, como Nitrógeno y Fósforo, optimiza procesos internos en los vegetales asociados con la producción de hormonas tipo auxinas y citoquininas, activando crecimiento y diferenciación de tejidos. Los principales resultados nutricionales del uso de este producto son: incremento en masa radicular, ganancia de peso seco, e incremento en número y calidad de estructuras reproductivas (Tabla 2). (Agudelo y Polanco, 2016).

Asimismo, Castro *et al.*,(2009), encontraron que el bioactivador Aldicarb promovió significativamente la masa seca, la longitud, la densidad y el número de raíces en plantas de algodón. Agregando a lo anterior, estudios realizados por Mahendiran *et al.*, (2018), evaluando el bioactivador thiamethoxam a una dosis de 2,0 g L<sup>-1</sup> en plántulas de arroz, encontraron efectos

positivos sobre la emergencia de semillas, la biomasa de raíces (peso fresco y peso seco) y formación de tallos.

Asimismo, Klingquel® se diseñó con base en la activación de la ruta del ácido Shikímico o Shikimato, que en las plantas tiene como metabolitos finales los aminoácidos Triptófano, Fenil-Alanina y Tirosina. El Triptófano es precursor del ácido indol-acético y por tanto de la actividad auxínica, que incluye crecimiento general y estímulo de la función radicular (Dávila y Dávila, 2018).

Es conveniente aclarar que el bioactivador Ryzogen®, está compuesto a base de pectinatos, sucratos y aminoácidos, los cuales recuperan el equilibrio hormonal y energético a nivel de la raíz, favoreciendo la capacidad exploratoria de la raíz para la eficiente captación de agua y nutrientes y el desarrollo armónico y equilibrado de la parte aérea de la planta (tallos, ramas y brotes), mejorando la productividad de los cultivos. Este producto, activa la producción de pelos absorbentes, raicillas y raíces y potencia la absorción y transporte de nutrientes desde la raíz (Biogen, 2021). Sin embargo, en este estudio el mejor comportamiento fue arrojado por Klingquel®

**Área por debajo de la Curva de Progreso de Altura (AACPA), Área debajo de la curva de progreso del diámetro del pseudotallo (AACPD) y Área por debajo de la curva de progreso del número de hojas (AACPNH)**

Para la variable Área por debajo de la Curva de Progreso de Altura (AACPA), hubo un efecto para la triple interacción entre los tres factores. Las plantas tratadas con Klingquel®, en las dosis 0; 0,5 y 1,5, no difirieron con relación al uso o no de fertilización, mientras que a las dosis 1 y 2, las plantas tratadas con Klingquel® y sin fertilización mostraron valores medios más altos de AACPA. Las plantas tratadas con Ryzogen®, tuvieron un valor medio más alto de AACPA para la dosis de 1,5 cuando no recibieron fertilización (**Tabla 3**).

En cuanto al efecto del producto con relación a las dosis, para las plantas CON fertilización, y tratadas con Klingquel® no se diferenciaron entre sí en las dosis 0; 1,0 y 2,0 mientras que, en las demás dosis, el producto Klingquel® presentó los valores promedio más altos. En plantas sin

fertilización, las únicas dosis en las que ambos productos no difirieron fueron las dosis 0 y 0.5, en las demás, el producto Klingquel® presentó el mayor valor promedio (**Tabla 3**)

Para la variable Área debajo de la curva de progreso del diámetro del pseudotallo (AACPD), hubo un efecto para la interacción de dosis y producto, dosis y fertilización y producto y fertilización, no hubo efecto para la interacción triple. Como se puede observar en la Tabla 5, en el análisis del efecto entre la interacción del Producto con relación a la dosis, excepto la dosis cero (control), Klingquel® presentó un valor medio de AACPD superior en todas las dosis probadas. Para el efecto de la fertilización con relación a la dosis, cuando se utilizó la dosis cero, el mejor tratamiento fue CON fertilización; para las dosis 0,5; 1,0 y 1,5 el efecto de fertilización no fue significativo, ya para la dosis 2 las plantas SIN fertilización tuvieron mayor valor medio de esta variable.

Para la variable Área por debajo de la curva de progreso del número de hojas (AACPNH), hubo un efecto significativo en la interacción entre fertilización y dosis. No se encontró ningún efecto significativo para las otras interacciones. Como se puede observar en la tabla 6, solo para la dosis 1 se identificó una diferencia entre tratamientos, donde las plantas con fertilización tuvieron un valor promedio más alto, para las demás dosis no se identificó diferencia significativa con relación al efecto de fertilización.

En cuanto el componente dosis del producto Vásquez (2001) con el fin de identificar el bioestimulante, la dosis apropiada y momento oportuno de aplicación sobre el rendimiento del arroz variedad "Capirona", evaluó los bioactivadores (Actigibb, Biogen 1 y Biogen 2) con dosis de aplicación (0.5 y 1.0 l/ha) y momentos de aplicación (al inicio del macollaje, al "embuchamiento" y al inicio del macollaje más al "embuchamiento"). Este estudio encontró que el producto Actigibb aplicado al inicio de macollaje más al "embuchamiento" obtuvo un rendimiento promedio de 10894.17 kg/ha, y el efecto individual de la dosis de 1.0 l/ha generó un rendimiento de 9526.44 kg/ha. El tratamiento T6 (Actigibb a dosis de 1.0 L/ha aplicado al inicio del macollaje más al "embuchamiento"), fue el que obtuvo mejor comportamiento (índice de rentabilidad)

Estudios similares fueron reportados por Quintero *et al.*, (2018) evaluando el efecto de diferentes bioestimulantes (Microorganismos Eficientes (ME-50), ME-Agitado y LEBAME, Fitomas E,

Biobras-16® y un control (sin aplicación)). Igualmente, evaluando las variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número hojas por planta, materia seca, granos por vaina, masa de 100 de granos y rendimiento. Los resultados de esta investigación, mostraron que la aplicación foliar de los diferentes bioestimulantes incrementó los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento evaluados. Los rendimientos son superiores cuando se aplican los bioestimulantes ME-50 y Biobras-16®, con 2,01 y 2,00 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (**Tabla 3**)

Estudios realizados por Elein *et al.*, (2009), encontraron resultados similares evaluando el efecto del producto Biostan en plantas de tomate (*Solanum lycopersicon* L.), encontraron que las sustancias bioactivas presentes (contenido de aminoácidos y hormonas), fueron más eficientes y, por tanto, ofrecieron mayores resultados, estos autores recomendaron las concentraciones acuosas por debajo de 20 mg/L, lo que facilitó el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas, así como el desarrollo de una mayor floración con una fructificación adecuada.

Adicionalmente, Mateus y Rodríguez (2019), Al evaluar la influencia de cuatro bioestimulantes en el crecimiento de plantas de plátano ‘Hartón’ e intercambio de gases en un periodo de la fase vegetativa, empleando los tratamientos Bactox WP®: *Bacillus subtilis* (Bs); Bivalente®: *Bacillus amyloliquefaciens* (Ba); Tierras de diatomeas®: dióxido de silicio (Si); Re-Leaf®: ácido salicílico (As) y el control (agua). Los resultados mostraron que todos los productos tuvieron un efecto positivo en la acumulación de materia seca (MS) total (entre 58,4 y 21,9%) y en la actividad fotosintética (en un máximo de 110 y 24,3% en primera y segunda evaluación) respecto al control, mientras que en ritmo de emisión foliar y contenido de clorofila no se encontraron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos.

Finalmente, Agudelo y Polanco (2019) evaluando el número de hojas en plantas de tomate, al aplicar los productos Tecnoverde y Bioagro, encontraron que se presentó una respuesta positiva y altamente significativa en las plantas tratadas con el producto Tecnoverde seguido muy de cerca por el producto Bioagro Triple A. Esto evidencia un efecto positivo de los productos frente al testigo absoluto

**Tabla 3.** Valores promedio del Área Bajo la Curva de Progreso en Altura, diámetro del tallo y con relación a la interacción entre productos, dosis y fertilización.

**Área Bajo la Curva de Progreso en Altura (cm)**

| Dosis | Con Fertilización |    |         |    | Sin Fertilización |    |         |    |
|-------|-------------------|----|---------|----|-------------------|----|---------|----|
|       | Klingquel         |    | Ryzogen |    | Klingquel         |    | Ryzogen |    |
| 0     | 407,86            | aA | 394,54  | aA | 373,89            | aA | 373,26  | aA |
| 0,5   | 439,5             | aA | 359,59  | bA | 425,83            | aA | 395,75  | aA |
| 1     | 423,75            | aB | 408,36  | aA | 488,85            | aA | 395,11  | bA |
| 1,5   | 471,37            | aA | 375,82  | bB | 486,42            | aA | 442,61  | bA |
| 2     | 435,5             | aB | 404,86  | aA | 484,25            | aA | 431,94  | bA |

**Área Bajo la Curva de Progreso del diámetro del pseudotallo (cm)**

| Dosis     | Klingquel |       | Ryzogen |       | Con Fertilización |       | Sin Fertilización |       |
|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|           | 0         | 78,13 | A       | 78,11 | A                 | 82,25 | A                 | 73,99 |
| 0,5       | 83,67     | A     | 75,29   | B     | 78,40             | A     | 80,56             | A     |
| 1         | 85,73     | A     | 74,07   | B     | 81,02             | A     | 78,78             | A     |
| 1,5       | 82,52     | A     | 70,57   | B     | 75,89             | A     | 77,20             | A     |
| 2         | 85,18     | A     | 76,43   | B     | 77,15             | B     | 84,45             | A     |
| Klingquel |           |       |         |       | 81,16             | aB    | 84,93             | aA    |
| Ryzogen   |           |       |         |       | 76,72             | bA    | 73,07             | bB    |

**Área Bajo la Curva de Progreso del número de hojas**

| Dosis | Con Fertilización |   | Sin Fertilización |   |
|-------|-------------------|---|-------------------|---|
| 0     | 394,19            | A | 376,61            | A |
| 0,5   | 396,95            | A | 386,77            | A |
| 1     | 398,03            | A | 356,31            | B |
| 1,5   | 350,78            | A | 388,6             | A |
| 2     | 356,97            | A | 394,03            | A |

\*Médias seguidas de letras iguales no difieren significativamente entre sí, por el test de Tukey a 5%.

\*Medias seguidas de letras iguales mayúscula en la línea y minúscula en la columna no difieren significativamente entre sí, por el test de Tukey a 5%.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la investigación se evidencia que el producto que presenta mejores variables de crecimiento de las plántulas es el bioactivador Klingquel con una dosificación de 1,5X (3ml), teniendo en cuenta lo anterior, cabe aclarar que los dos productos utilizados cumplen el objetivo para el cual fueron creados, además, la aplicación de fertilizantes no altera la efectividad de los bioactivadores utilizados en el estudio.

La variable altura obtuvo una interacción significativa entre Dosis y producto, y entre Dosis y fertilización, en el diámetro del pseudotallo hubo interacción significativa entre Producto y fertilización, y entre Fertilización y Dosis, no se identificó interacción entre dosis y producto, para las variables número de hojas, número de raíces, longitud de la raíz más larga y longitud de la raíz más corta, no se encontraron diferencias significativas para los efectos probados (producto, dosis, fertilización).

La aplicación de fertilizante no altera el efecto de los bioactivadores, los productos evaluados cumplen con el objetivo de generar mayor desarrollo radicular y las mejores variables de crecimiento se obtuvieron con el bioactivador Klingquel

## REFERENCIAS

- AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes). (2021). Bioactivadores. <https://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/bioactivadores>
- Agudelo T., D. A., & Polanco Puerta, M. F. (2019). Evaluación del bioestimulante foliar (bioagro triple a) en la producción de tomate tipo chonto (*lycopersicum sculentum mill*) en dos ambientes de cultivo. *Agricolae & Habitat*, 2(2). <https://doi.org/10.22490/26653176.3423>
- Agrositio (2021). Nidera Nutrientes lanza sus bioactivadores <https://www.agrositio.com.ar/noticia/148445-nidera-nutrientes-lanza-sus-bioactivadores>.
- Alonso, L & Romero, E & González, P & Leggio, F & Fajre, S & Scandaliaris, J. (2016). Evaluación de bioactivadores en caña de azúcar, Tucumán, Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. 93. 35-37.

[https://www.researchgate.net/publication/318338786\\_Evaluacion\\_de\\_bioactivadores\\_en\\_cana\\_de\\_azucar\\_Tucuman\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/318338786_Evaluacion_de_bioactivadores_en_cana_de_azucar_Tucuman_Argentina)

- Biogen (2021). Ryzogen. Disponible en: <http://www.biogenagro.com/es/productos-detalle/ryzogen>
- Box, G. Cox, D. (1964). An Analysis of Transformations (with Discussion). Journal of the Royal Statistical Society, Series B. 26. 211-252.
- Castro, P. R., Serciloto, C. M., Pereira, M. A., Rodrigues, J. L. M., & Rossi, G. (2009). Agroquímicos de controle hormonal, fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/publicacoes-a-venda/serie-produtor-rural?page=5>
- Colla, G., and Roupael, Y. (2015). Biostimulants in horticulture. Scientia. Horticulturae. 196 1–2. doi: 10.1016/j.scienta.2015.10.044
- Dávila E y Dávila C. (2018). Aportes al manejo integrado de ácaros. <https://www.metroflorcolombia.com/aportes-al-manejo-integrado-de-acaros/>
- FAO. (2021). FAOSTAT. From Producción: Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#search/banano>
- FAO. (2020). From Análisis del mercado del banano: resultados preliminares 2019: <http://www.fao.org/3/ca7567es/ca7567es.pdf>
- Macedo, W. &. (2015). Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. [https://www.researchgate.net/publication/299595333\\_Biorreguladores\\_bioestimulantes\\_e\\_bioativadores\\_na\\_agricultura\\_tropical](https://www.researchgate.net/publication/299595333_Biorreguladores_bioestimulantes_e_bioativadores_na_agricultura_tropical)
- Mateus-Cagua, Diana; Rodríguez-Yzquierdo, Gustavo. (2019). Effect of biostimulants on dry matter accumulation and gas exchange in plantain plants (Musa AAB). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 13(2), 151-160. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.8460>
- Mahendiran Annamalai, Prabhakaran Vasantha-Srinivasan, Annamalai Thanigaivel, Chellappandian Muthiah, Sengodan Karthi, Mayabini Jena, Govindharaj Guru Pirasanna Pandi, Totan Adak, Arunachalam Ganesan Murugesan, Sengottayan Senthil-Nathan,

- (2018). Effect of thiamethoxam on growth, biomass of rice varieties and its specialized herbivore, *Scirpophaga incertulas* Walker, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, (101), 146-155, ISSN 0885-5765, <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.10.009>.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Redagícola. (2020). *Retos y desafíos del sector bananero colombiano*. From <https://www.redagricola.com/co/retos-y-desafios-del-sector-bananero-colombiano/>
- Quintero Rodríguez, Elieni, Calero Hurtado, Alexander, Pérez Díaz, Yanery, & Enríquez Gómez, Lorettys. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*, 45(3), 73-80. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852018000300073&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852018000300073&lng=pt&nrm=iso)
- Terry Alfonso, Elein, Ruiz Padrón, Josefa, Tejeda Peraza, Tamara, & Díaz de Armas, María M. (2013). Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili.) a la aplicación de diferentes bioproductos. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 05-10. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000300001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300001&lng=es&tlng=es).
- Terry Alfonso, Elein; Ruiz Padrón, Josefa; Leyva Galán, Angel; Díaz de Armas, María Margarita (2008). Biostan. Un producto natural con efectividad biológica en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon* L.). *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 40(2), 89-92. ISSN: 0253-5688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221568002>
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). Ficha técnica cultivo de banano Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación. Costa Rica