

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE AL PSEUDOTALLO DE PLANTAS COSECHADAS DE BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) Y SU EFECTO EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL HIJO RETORNO

EVALUATION OF THE APPLICATION OF FERTILIZER TO THE PSEUDOTALLO OF BANANA (*Musa x paradisiaca* L.) HARVESTED PLANTS AND ITS EFFECT ON THE RETURN

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

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

Alcívar Mauricio Delgado Pontón¹

E-mail: adelgado_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6536-5727>

Ivanna Gabriela Tuz Guncay¹

E-mail: ivanna23@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-085-3495>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

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

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Quevedo Guerrero, J. N., Delgado Pontón, I. G., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. . *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 190-197. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue implementar una metodología para estimular el crecimiento del retorno mediante la aplicación macro y micro nutrientes + microorganismos eficientes al pseudotallo de plantas cosechadas de banano. Se aplicó un diseño BCA con cuatro tratamientos y diez repeticiones: T1 = Microorganismos + Óxido de Zinc + Ácido Bórico + Nitrato de Potasio + Fossil Shell; T2 = Biol de Gallinaza + Óxido de Zinc + Ácido Bórico + Nitrato de Potasio + Fossil Shell; T3 = Microorganismos + Biol de Gallinaza + Óxido de Zinc + Ácido Bórico + Nitrato de Potasio + Fossil Shell; T4 = Testigo hacienda. Las variables evaluadas fueron: Altura del hijo a la parición (ARP), Peso neto de la fruta (PNF), Ratio procesado (RP), Número de manos por racimo (NMR), Grado mano del sol (GMS), Área foliar total a la cosecha (AFC), altura del hijo a la cosecha (AHC), y °Brix/Fruto maduro (BFM), Retorno (RTN). La toma de datos de desarrollo se realizó semanalmente y las variables de producción al momento de la cosecha. Los análisis estadísticos se hicieron con el software SPSS versión 22. Los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados mostraron diferencias significativas, resultando ser el mejor tratamiento el T1 con una mayor velocidad de retorno, mejor ratio y mayor altura de hijo a la cosecha.

Palabras clave: Microorganismos, óxido de zinc, pseudotallo, retorno, sucesión.

ABSTRACT

The objective of the research was to implement a methodology to stimulate the growth of the return through the macro and micro nutrient application + efficient microorganisms to the pseudostem of banana harvested plants. A BCA design with four treatments and ten repetitions was applied: T1 = Microorganisms + Zinc Oxide + Boric Acid + Potassium Nitrate + Fossil Shell; T2 = Chicken Biol + Zinc Oxide + Boric Acid + Potassium Nitrate + Fossil Shell; T3 = Microorganisms + Chicken Biol + Zinc Oxide + Boric Acid + Potassium Nitrate + Fossil Shell; T4 = Treasury witness. The variables evaluated were: Height of the child at birth (PRA), Net fruit weight (NFP), Processed ratio (RP), Number of hands per cluster (NMR), Sun hand degree (GMS), Total leaf area at harvest (AFC), height of the son at harvest (AHC), and °Brix / Ripe fruit (BFM), Return (RTN). The development data collection was carried out weekly and the production variables at the time of harvest. Statistical analyzes were done with the SPSS version 22 software. The results obtained in the treatments applied showed significant differences, with the best treatment being the T1 with a higher return rate, better ratio and higher height of the son at harvest.

Keywords: Microorganisms, zinc oxide, pseudo total, return, succession.

INTRODUCCIÓN

El banano es una de las musáceas que se cultiva en 130 países, cuya producción total engloba a zonas productoras de Latino América y el Caribe (LAC). El 75% de la producción de banano está en diez países, siendo India, Ecuador, Brasil y China los mayores contribuyentes con el 50% del total mundial (Martínez, 2009). El banano en Ecuador es el cultivo más importante del sector agrícola, registrando un rendimiento de 36.21 tn ha⁻¹ como media general en todas las zonas productoras; la producción se exporta en su mayor parte a la unión europea (30%). Un tercio de las exportaciones mundiales de banano se origina en el Ecuador. Es uno de los cultivos de mayor consumo a nivel internacional, por ser una fruta altamente nutritiva. Su producción mundial se estima en más de 245 400 toneladas métricas (Vázquez, Proenza & Bello 2016).

El banano es una planta herbácea que presenta un rizoma o corno carnoso que da origen a numerosas yemas laterales o hijuelos, estos deben ser seleccionados para suceder a la planta madre, generalmente esta sucesión se realiza con el hijuelo mejor posicionado, siendo sus características de vigor y ubicación los que lo convertirán en el llamado retorno de la producción una vez que la planta madre ha sido cosechada; dejando el pseudotallo cosechado lo más alto posible, este servirá como reservorio de jugos nutritivos y fitohormonas que al descomponerse lentamente serán aprovechados por el sistema radicular del hijuelo de sucesión durante los meses más importantes de su desarrollo (Torres, 2012; Tuz, 2018).

La aplicación de los fertilizantes en el banano es directamente al suelo; teniendo como desventaja, la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación y por la volatilización, causando sub dosificaciones en la fertilización que conllevan a obtener producciones bajas por efecto de la deficiencia de nutrientes, que no cubre las demandas nutricionales de la cosecha, es por eso que cada hijuelo o retorno se desarrolla con problemas de crecimiento afectando el vigor genético de los hijos de sucesión los mismos que producen racimos defectuosos y en tiempos más prolongados (Labarca, Sosa, Nava, Esparza, Fernández & Villar, 2005).

El manejo integrado del cultivo de banano, demanda tener en cuenta que todas las labores culturales se desarrollen bajo estrictos programas, una de las labores de mayor trascendencia en mantener o aumentar la producción, es la selección del hijo retorno, esta labor apoyada de un buen manejo nutricional permitirá aumentar la productividad de forma sostenible y económica. La aplicación de micro y macro nutrientes junto con microorganismos eficientes en el pseudotallo, mejora el tiempo y vigor de crecimiento del retorno, haciendo que este aproveche en

su totalidad el aporte del pseudotallo de la planta madre, el desdoblamiento de los nutrientes realizado por los microorganismos eficientes, brindando una alternativa de nutrición más eficiente que la nutrición edáfica, preservando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Tuz 2018). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de macro y micro nutriente al pseudotallo recién cosechado de plantas de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Granja Experimental “Santa Inés” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Técnica de Machala, situada en la Av. Panamericana km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, provincia de El oro – Ecuador. El área de estudio se encuentra en la ubicación geográfica de coordenadas UTM: 620746 meridiano Este y 9636196 meridiano Sur; Datum: WGS 84 (World Geodetic System 1984); Zona: 17 Sur; Altitud: 6 msnm. De acuerdo a la zona natural de Holdridge y la cartografía ecológica del Ecuador, la zona presenta una temperatura de 25°C, precipitación anual de 500 mm, siendo un clima de tipo bosque muy seco – tropical y con 2 a 3 horas diarias de heliofania.

Para el trabajo de investigación se marcaron 160 plantas de banano del Clon Williams, subgrupo Cavendish, el trabajo se lo realizó en los pseudotallos una vez cosechada la planta, se registraron datos de desarrollo y producción de los hijos de sucesión de cada unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: Altura del hijo hasta la parición (ARP), Peso neto de la fruta (PNF), Ratio procesado (RP), Número de manos por racimo (NMR), Grado mano del sol (GMS), Área foliar total a la cosecha (AFC), altura del hijo a la cosecha (AHC), y °Brix/Fruto maduro (BFM), Retorno (RTN). La toma de datos de desarrollo se realizó semanalmente y las variables de producción al momento de la cosecha.

El total del área dedicada al trabajo experimental fueron 3049 m², distribuida en seis bloques y se establecieron los tratamientos al azar, con 10 repeticiones cada uno (tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos y número de repeticiones con productos y fertilizantes químicos aplicados.

| Tratamientos | Contenido de los tratamientos. |
|--------------|--|
| T1 | Microorganismo + (2g) óxido de zinc + (2 g) ácido bórico + (50 g) nitrato de K + (30 g) Fossil shell |
| T2 | Biol de gallinaza + (2g) óxido de zinc + (2 g) ácido bórico + (50 g) nitrato de K + (30 g) Fossil shell |
| T3 | Microorganismo + biol de gallinaza + (2g) óxido de zinc + (2 g) ácido bórico + (50 g) nitrato de K + (30 g) Fossil shell |
| T4 | Testigo |

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la captura de microorganismos de eficientes se siguió el protocolo propuesto por Restrepo (2016), estos fueron obtenidos en el bosque ubicado en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH usando trampas de arroz cocido, que fueron instaladas en áreas libres de la aplicación de agroquímicos. Las trampas estuvieron seis días en el campo luego fueron cosechadas y se clasificó los hongos por su color para luego ser multiplicados en una solución de melaza al 25% por 30 días. Si el líquido que contiene los hongos y la melaza tiene un olor agradable a caramelo, se usan para la maceración de los pseudotallos; si el olor es repulsivo y desagradable se descarta por contaminación con bacterias.

Para aplicar los tratamientos, se pesó en una balanza gramera los fertilizantes químicos: 2 gramos de óxido de zinc, 2 gramos de ácido bórico, 30 gramos de nitrato de potasio y 50 gramos de Fossil Shell. Una vez pesado los fertilizantes químicos se ubicaron en un vaso de precipitación, para luego mezclarlos homogéneamente, seguido se añadió 50 mL del cóctel de microorganismos en el primer tratamiento y 50 mL de biol de gallinaza en el segundo tratamiento respectivamente, y para el tercer tratamiento fue un mix de 25 mL del coctel de microorganismos y 25 mL biol de gallinaza. En los tres tratamientos se mezcla con los macro y micronutrientes hasta obtener una pasta homogénea. El tratamiento testigo se marcaron 10 pseudotallos cosechados el mismo día pero a estos no se les aplico nada al pseudotallo.

La aplicación de los tratamientos en los pseudotallos cosechados se realizó perforándolos con un sacabocado metálico a una altura de 1.50 m medidos desde la base de la planta, tratando de hacer la perforación en forma perpendicular y de una profundidad aproximada al 75% del diámetro de la circunferencia del pseudotallo en la parte central, para evitar el escurrimiento de los tratamientos, luego se colocó la pasta en la perforación, cubriendo la entrada con parte de los fragmentos extraídos del pseudotallo. Esto se realizó en todos los tratamientos el mismo día de la cosecha, por una sola vez. La descomposición del pseudotallo se monitoreo semanalmente así como también se registraban las alturas del retorno.

El diseño usado en campo fue de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos con diez unidades experimentales por tratamiento y cuatro repeticiones por tratamiento. El experimento se planteó para evaluar los rendimientos en la estación seca, época donde predominan las bajas temperaturas y precipitaciones incipientes.

Variables evaluadas

Altura del retorno hasta la parición (ARP). Las medidas al hijo o retorno fueron tomadas con un flexómetro desde la base del pseudotallo hasta la intersección de la vaina de la primera y segunda hoja, esto se lo realizó desde la cosecha de la planta madre (inicio del experimento) hasta la cosecha de este.

Peso neto de la fruta (PNF). Se pesó cada racimo cosechado de las 40 plantas por tratamiento, además se desmano el racimo para realizar el peso del raquis y así obtener el peso neto de la fruta.

Ratio procesado (RP). Esta variable se obtiene dividiendo el peso en libras del racimo para el peso en libras de una caja 22XU sin tomar en cuenta el peso del raquis.

Número de manos por racimo (NMR). Una vez que se cosecho el racimo, se contó el número de manos con grado y calidad exportable, al momento de realizar el desmane del racimo.

Grado mano del sol (GMS). Se calibro el grado de la segunda y última mano del racimo, calibrando el día de la cosecha, utilizando un calibrador estándar tipo reloj, la medición se realizó en dedos centrales.

Área foliar total a la cosecha (AFC). Al momento de la cosecha se procedió al conteo del número de hojas que la planta mantenía, se midió el largo y ancho de la tercera hoja, para obtener el área foliar tota usando la fórmula propuesta por Kumar, Krishnamoorthy, Nalina & Sooriana-thasundharam (2002).

Altura del hijo a la cosecha (AHC). Este dato se registró desde la selección del hijo sucesor semanalmente hasta el día de la cosecha del retorno evaluado.

Brix/Fruto maduro (BFM). Se consideró seleccionar una mano de los racimos cosechados.

1. Se procede a seleccionar la mejor mano para maduración.
2. Se escoge un dedo que presente las características de maduración.
3. Luego se tritura la pulpa del banano, hasta obtener una gota de jugo.
4. Luego se coloca en el refractómetro y se procede a la lectura de los brix.

Retorno (RTN). El retorno es considerado como la cantidad de racimos que una unidad de producción englobando a madre, hijo y nieto, produce en un lapso de tiempo determinado generalmente un año, el cual está ligado directamente al desarrollo eficaz del hijo de producción, por tal motivo esta variable se determinó mediante los tiem-

pos transcurridos desde la cosecha de la planta madre hasta la cosecha del hijo de sucesión, para establecer la velocidad de sucesión en la relación planta madre-planta hijo-planta nieto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA de un factor en la tabla 2 para las variables evaluadas demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, destacándose el T1 con la mayor media para Retorno y las medias más representativas en variables de producción como peso neto de la fruta (PNT) y Ratio procesado (RP), seguido de las medias de los T3 y T2 respectivamente, indicando que la fertilización aplicada al pseudotallo con fertilizantes químicos y orgánicos en conjunto con microorganismos eficientes, es más rentable que la fertilización edáfica (T4) en este ensayo. Otras variables que también presentaron mejores medias para los tratamientos T1 y T3 son las variables ARP, AFT, AHC y °Brix en frutos maduros. Teniendo en cuenta que el área foliar es indispensable para el proceso de la fotosíntesis y llenado correcto los dedos del racimo, la fertilización aplicada al pseudotallo propicio una mayor fitosanidad y vigor de las plantas sobre todo en el T1, todo esto contribuyó a que la fruta presente un alto contenido de sólidos solubles (Brix) en la madurez organoléptica.

Altura del hijo a la parición (ARP), Peso neto de la fruta (PNF), Ratio procesado (RP), Número de manos por racimo (NMR), Grado mano del sol (GMS), Área foliar total a la cosecha (AFC), altura del hijo a la cosecha (AHC), y °Brix/Fruto maduro (BFM), Retorno (RTN). **Significancia.

Altura del retorno hasta la parición (ARP). Los resultados del análisis estadístico evidenciaron la diferencia entre los tratamientos para la variable Altura del Retorno a la parición (ARP), encontrándose una diferencia significativa entre las medias (Figura 1) de cada tratamiento poniendo de manifiesto que esta variable si es afectada por los tratamientos de fertilización aplicados pseudotallo, lográndose un mayor crecimiento del retorno en el T1, lo que permitirá aumentar la productividad de manera eficiente, resultado que indica que la aplicación fertilizantes químicos en conjunto con microorganismos eficientes aportan a la nutrición del hijo de sucesión por medio de los jugos nutritivos resultado de la maceración del caballete, coincidiendo con lo expresado por Labarca, et al. (2005), quienes demostraron que la aplicación de fertilizantes al pseudotallo cosechado produce un mejor crecimiento del hijo de sucesión, aprovechando los nutrientes por medio de las raíces de la planta madre, beneficiando ampliamente al desarrollo del hijo de sucesión.

El T3 (microorganismos en combinación con Biol de Galli

Tabla 2. Resultados del ANOVA y Tukey (0,05) aplicado a variables de crecimiento y producción en plantas de banana cultivar Williams con diferentes tratamientos de fertilización aplicados al pseudotallo.

| Tratamientos | ARP | PNF | RP | NMR | GMS | AFC | AHC | BFM | RTN |
|--------------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|
| T1 | 3,70** | 64,90** | 1,51** | 8,70* | 42,80 | 6,40** | 1,47** | 23,70** | 1,91** |
| T2 | 3,23 | 51,41 | 1,20 | 7,20 | 42,10 | 5,23 | 1,15 | 22,30 | 1,63 |
| T3 | 3,31 | 53,32 | 1,24 | 7,50 | 42,40 | 3,92 | 1,45* | 22,90* | 1,84* |
| T4 | 3,24 | 50,44 | 1,17 | 7,50 | 42,60 | 5,69 | 1,29 | 22,10 | 1,63 |
| Error típico | 0,07 | 211,02 | 6,33 | 0,26 | 0,19 | 32,80 | 6,07 | 0,17 | 2,31 |
| P (0,05) | 0,032 | 0,049 | 0,034 | 0,173 | 0,632 | 0,047 | 0,197 | 0,002 | 0,000 |

naza y fertilizantes químicos), presentó un aporte nutricional mayor que el T2 (Biol de gallinaza y fertilizantes químicos), ocupando el último lugar la media del T4. Destacando que el pseudotallo una vez cosechado hasta la degradación completa, contribuye a la nutrición del hijo de sucesión para un buen desarrollo (Walmsley & Twyford, 1968) y que al reforzar este aporte con fertilizantes químicos y orgánicos más microorganismos eficientes, mejora la velocidad del retorno, resultados similares reportados por Rodríguez, Cayón & Mira (2006), indican que a mayor altura de corte del pseudotallo y fertilización química en combinación con microorganismos al caballete, el retorno presentara un mayor incremento en la altura.

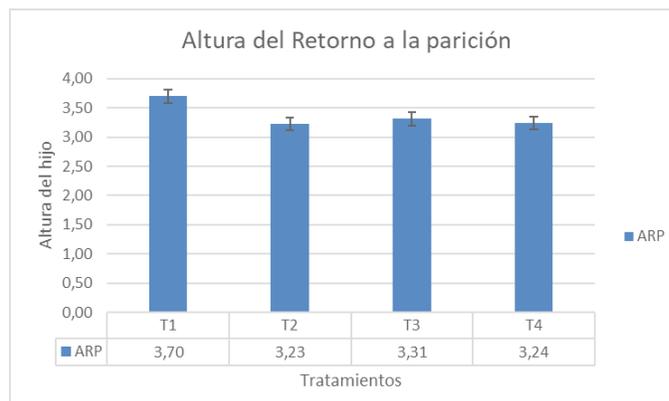


Figura 1. Medias de Altura del retorno a la parición (ARP).

Peso neto de la fruta (PNF).

El ANOVA señala que existe significancia entre tratamientos (Figura 2), el Peso neto de los racimos sin el raquis fue mayor en los tratamientos T1 y T3, con relación al T2 y el T4; esta variable está directamente relacionada con la conversión racimo/caja, evidenciando la rentabilidad de los tratamientos frente al testigo hacienda (fertilización edáfica). El T1 refleja que este tratamiento permitió que las plantas aprovechen todos los nutrientes almacenados en el cormo de la planta madre más los suministrados al pseudotallo al momento de la cosecha y por una única vez, explicándose esto, si tenemos en cuenta que la fertilización edáfica es mermada por la lixiviación de nutrientes al momento del riego, lluvia, o factores como la temperatura y humedad relativa alta, que produce la volatilización del nitrógeno especialmente; en cambio la fertilización inyectada al pseudotallo es aprovechada en un 95% por el sistema radicular del hijo de sucesión.

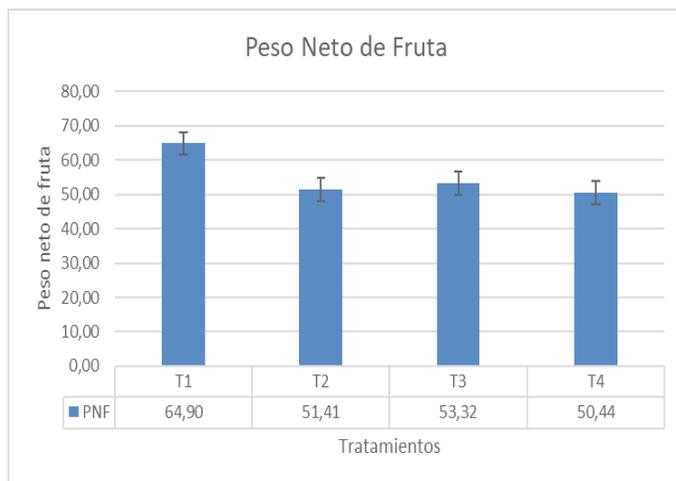


Figura 2. Medias de Peso neto de la fruta (PNT).

En la Figura 3 se observa las medias de Ratio procesado para los tratamientos, la mejor media está en el T1, indicando que de un racimo se obtiene caja y media de fruta exportable, aumentando la productividad por hectárea, teniendo en consideración estos datos, podemos mencionar que el aprovechamiento de los nutrientes por la planta, fue más eficiente cuando se aplican al pseudotallo con microorganismos eficientes y micronutrientes como boro y zinc.

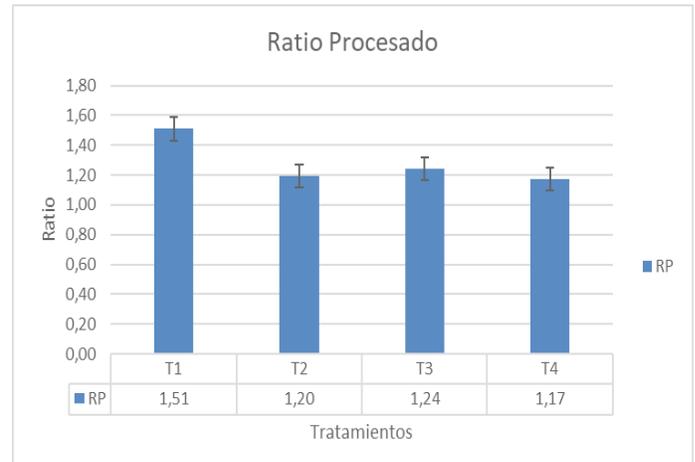


Figura 3. Medias de Ratio procesado (cajas/racimo).

Número de manos por racimo (NMR).

Aunque el ANOVA y Tukey muestran no significancia para esta variable, el T2 obtuvo una media de (7,20 manos) considerando también el bajo peso del racimo y fruta neta lo que no es conveniente para el rendimiento de cajas, el T3 y testigo tienen igualdad en las medias con (7,5 manos) lo que se manifiesta que no comparten significancia, el T1 presentó una media de (8,7 manos) que se relaciona con los datos obtenidos en el peso neto de la fruta y presenta un mayor rendimiento por caja por el aditamento de microorganismos eficientes y fertilizantes químicos al pseudotallo que coincide con los hallazgos de Arana & Vargas (2002); y Gaviria (2016), quienes afirman que conforme el pseudotallo tiene mayor altura y allí se aplica fertilización, existirá un incremento en el número de manos. En la Figura 4 se muestra que el T1 y T2 presentaron mayor homogeneidad a diferencia de los otros tratamientos, pero el T1 alcanzó una media mayor de manos, mientras que el T2, T3 y T4 obtuvieron medias parecidas.

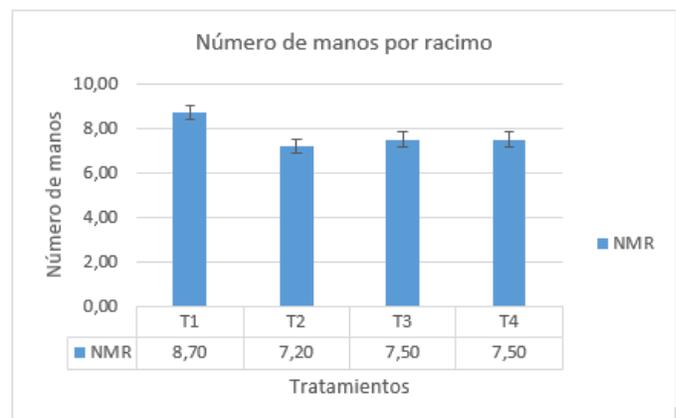


Figura 4. Medias para Número de manos por racimo (NMR).

Grado mano del sol (GMS).

En la Figura 5 se observa medias muy parecidas para todos los tratamientos, señalando que no existieron diferencias significativas para el grado de las manos.

Todos los tratamientos se cosecharon bajo el calendario de enfunde con un rango de 10 a 12 semanas, por lo tanto, no existió retraso en las cosechas que pudieran haber afectado el grado comercial de los frutos.

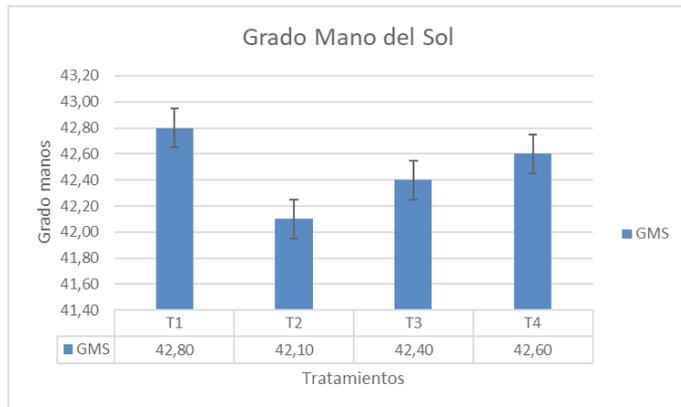


Figura 5. Medias para Grado de la mano del sol (GMS).

Área foliar total a la cosecha (AFC).

Los resultados obtenidos para esta variable donde se presenta dos grupos de resultados, el primer grupo para el T3 con (3,56 m²) siendo el de menor área foliar, mientras que el T2 con (5,23 m²) y testigo con (5,68 m²) comparten significancia en ambos grupos y finalmente el T1 con (6,39 m²) es el de mayor área foliar respectivamente. Soto (2008), explica que la aplicación de fertilizantes químicos al pseudotallo potencia el desarrollo foliar.

Escobar (2015), afirma que a mayor contenido de nutrientes aplicados al pseudotallo, el hijo de sucesión alcanzará una mayor área foliar.

En la Figura 6, se observa que el T1 y T2 presentan la mayor área foliar, no así el T3 que presenta la media más baja de área foliar total, ocasionando una menor capacidad fotosintética, baja acumulación de biomasa y bajos rendimientos.

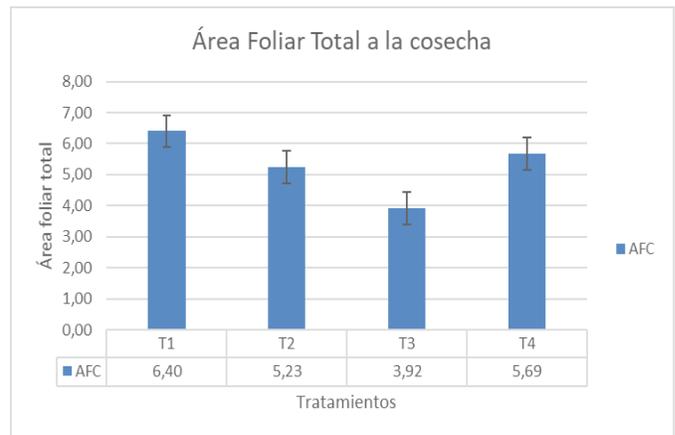


Figura 6. Área foliar total (AFT).

Altura del hijo a la cosecha (AHC)

La figura 7 explica claramente que la altura de los hijos en los tratamientos que no contienen microorganismos disminuyen en las medias, con respecto a los otros tratamientos, el T1 y T3 contienen microorganismos en sus preparaciones, explicando quizás esto el incremento en las medias.

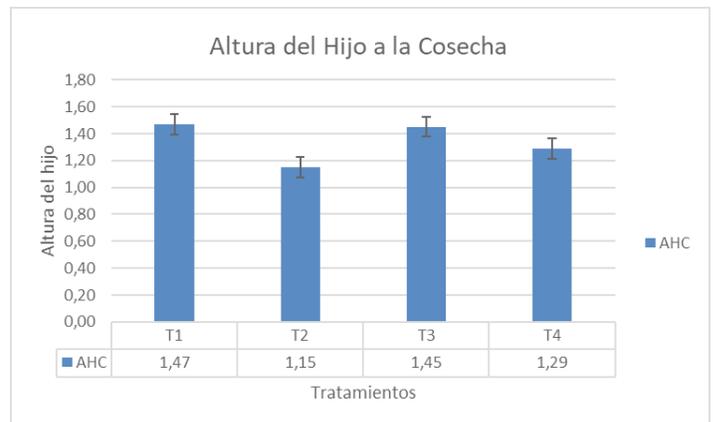


Figura 7. Altura del hijo a la cosecha (AHC).

Brix/Fruto maduro (BFM).

Los °Brix en fruto maduro fueron superiores en el T1, seguido del T3 con respecto a los otros tratamientos. El ANOVA arrojó significancia entre los tratamientos, lo que fue ratificado por la prueba de Tukey (0,05). En la figura 8 se observa que en el T1 presenta un nivel máximo, con marcada diferencia a los otros tratamientos y se manifiesta que la maceración al pseudotallo cosechado propicia nutriente al hijo de sucesión para alcanzar un mejor rendimiento y un mayor incremento en el valor del contenido de sólidos solubles presentes en la maduración, mejorando la calidad sensorial y organoléptica de los frutos de banano.

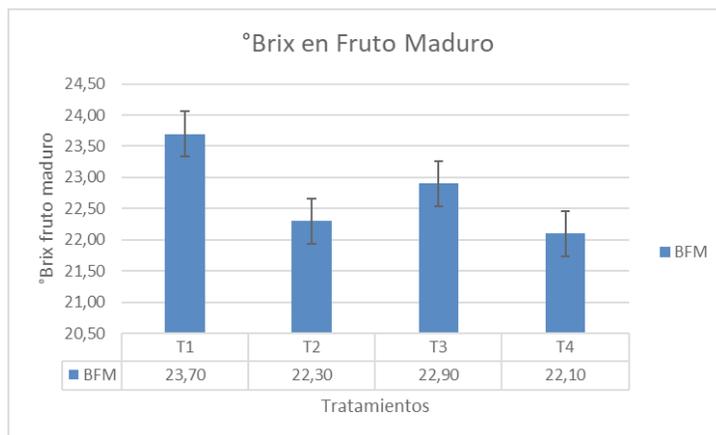


Figura 8. °Brix fruto maduro (BFM).

Retorno

En los resultados del ANOVA para esta variable se puede evidenciar significancia entre los tratamientos, destacándose el T1 con una velocidad de retorno 1.91 demostrando que los nutrientes se vuelven más eficientes si son aplicados en mezcla con compuestos orgánicos y microorganismos eficientes.

En segundo lugar, se encuentra el T3, estas medias observadas en la Figura 9, señalan que existió significancia entre los tratamientos y que la fertilización aplicada al pseudotallo es más eficiente para mejorar el ratuning frente a la fertilización edáfica del T4.

Si observamos la media del T2 encontramos que es igual a la del T4, debiéndose quizás a la acidez del biol de gallinaza, que modifica el pH de los jugos nutritivos que se producen con la descomposición lenta del pseudotallo, bloqueando de esta manera la absorción eficiente de los nutrientes, principalmente del Nitrógeno que participa directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Un ejemplo de la importancia de este parámetro, en la productividad, sería si una finca tuviera una densidad de siembra de 1500 plantas ha⁻¹ y presentara un retorno de 1.91 (T1), la producción se calcularía multiplicando el

número de plantas ha⁻¹ x retorno x ratio, resultando en el caso de usar los datos del T1 lo siguiente al reemplazar los valores: 1500 x 1,91 x 1,51 = 4326 cajas 22XU ha⁻¹ año⁻¹. Si aplicamos la misma operación con las medias del T4 tendríamos: 1500 x 1.63 x 1.17 = 2861 cajas 22XU ha⁻¹, es decir el T1 representa un aumento de 1465 cajas ha⁻¹ año⁻¹, representando un incremento del 34 % de la producción, convirtiéndose en una opción rentable y de bajo impacto ambiental para ser implementada por los productores bananeros.

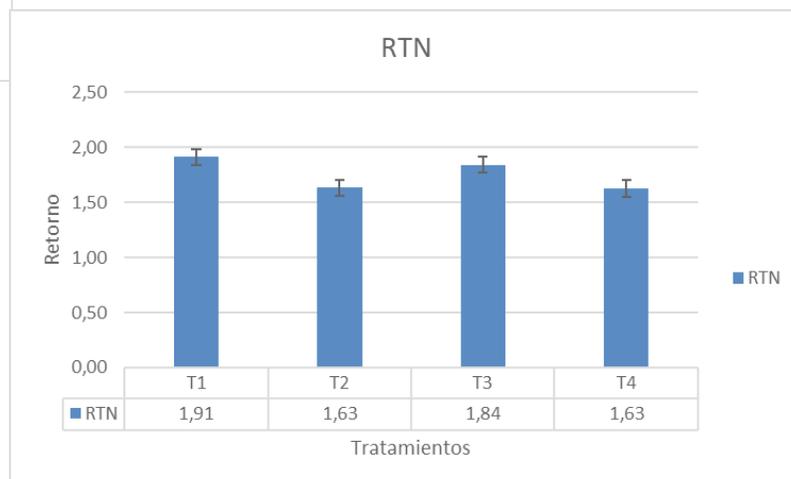


Figura 9. Retorno o ratuning (RTN)

Costo beneficio de los tratamientos analizados.

La tabla 3 señala el análisis financiero que se realizó a todos los tratamientos, transformado a hectáreas en función del valor presupuestario de la caja (22XU) para la exportación de banano convencional. Cabe indicar que además de ser rentable la propuesta de fertilizar al pseudotallo cosechado, se evita la pérdida de nutrientes por lixiviación, volatilización, lavado de sales y evaporación, volviéndose una alternativa amigable con el medio ambiente, ya que reduce los efectos nocivos de la fertilización edáfica. Para realizar el ejercicio de costo beneficio se tomó como media muestral 10 plantas por tratamiento. El T1 tiene un costo de \$ 1,65 para la aplicación de 10 plantas analizadas en la producción, incluido el valor de los jornales que realizan esta labor y el costo es de \$ 86 ha⁻¹, consid-

Tabla 3. Estimado de costo beneficio en cada tratamiento por racimos cosechados por hectárea.

| Tratamientos | costo de tratam ientos | racimos cosechados Ha | Jornales (USD/Día) | costo/ha/ sem | costo/ha/ año | Ratio | # cajas/ Ha (sem) | # cajas/Ha (año) | Preci o | Ingreso T/Ha | P Ingreso T (año) | Coto beneficio (sem) | Coto beneficio (año) |
|---|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|------------------|-------|----------------------------|------------------------|------------|-----------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Microorganismos + fertilizantes químicos | 1.65 | 40 | 20 | 86 | 4472 | 1.5 | 60 | 3120 | 6.5 | 390 | 20280 | 304 | 15808 |
| Biol de gallinaza +fertilizantes químicos | 1.40 | 40 | 20 | 56 | 2912 | 1.2 | 48 | 2496 | 6.5 | 312 | 16224 | 256 | 13312 |
| Microorganismos + Biol de gallinaza+fertilizantes químicos | 2.65 | 40 | 20 | 106 | 5512 | 1.2 | 48 | 2496 | 6.5 | 312 | 16224 | 206 | 10712 |
| Testigo | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 48 | 2496 | 6.5 | 312 | 16224 | 312 | 16224 |

erando la conversión racimo/caja (ratio) de 1.5 se obtuvo 60 cajas ha⁻¹ a un precio de mercado de \$ 6,50 lo cual produce un ingreso de \$ 390 y un beneficio de \$ 304 ha⁻¹/ semana superior a los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

La aplicación de fertilizantes y microorganismos al pseudotallo mejoran la velocidad del retorno, permitiendo obtener un mayor volumen de producción por unidad de producción en función del tiempo, con un área foliar aceptable y excelente calidad exportable. Económica y ambientalmente es mucho más rentable aplicar la fertilización al pseudotallo con macro y micronutrientes en mezcla con un coctel de microorganismos eficientes. Esta forma de fertilización es una opción atractiva para mejorar el vigor y la productividad de las plantaciones, no obstante cabe recalcar que su implementación puede resultar un poco tediosa, pero los resultados a obtener cubren cualquier expectativa con un aumento aproximado del 34% de la producción, teniendo en cuenta que la selección adecuada y oportuna del hijo de sucesión y las demás labores culturales como el riego y el manejo integrado de plagas y enfermedades son indispensables para el éxito de este sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escobar, O. F. (2015). Respuestas espectrales a la fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo del banano (musa aaa simmonds), caso municipio zona bananera. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gaviria, J. C. (2016). Evaluación del efecto del corte del pseudotallo en planta madre, sobre los rendimientos del fruto y tiempo de floración en hijos de sucesión de la segunda generación en banano de variedad (Cavendish valery). (Tesis). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Kumar, N., Krishnamoorthy, V., Nalina, L., & Soorianathasundharam, K. (2002). A new factor for estimating total leaf area in banan. Infomusa, 42-43. Recuperado de <http://www.musalit.org/seeMore.php?id=14204>
- Labarca, M., Sosa, L., Nava, C., Esparza, D., Fernández, L., & Villar, A. (2005). Evaluación de la colocación del fertilizante en la planta madre una vez cosechada sobre las variables de crecimiento y producción en el cultivo del plátano Harton (Musa AAB). Revista de la Facultad de Agronomía, 22(4), 416-428. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400009#cua2
- Restrepo Rivera, J. (2007). El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua: SIMAS.

Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. J. (2006). Influencia del pseudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). Agronomía Colombiana, 24(2), 274-279. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20039/21163>

Soto, M. (2008). Banano Técnicas de Producción, Manejo, Poscosecha y Comercialización. San José de Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.

Tuz Guncay, I. G. (2018). Manejo integrado del cultivo de banano (Musa x paradisiaca L.) clon Williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes. (Trabajo de titulación). Machala: Universidad Técnica de Machala.

Walmsley, D., & Twyford, I. T. (1968). The translocation of phosphorus within a stool of Robusta bananas. Tropical Agric., 45(3), 229-233. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20039/21163>