

# 15

---

Fecha de presentación: abril, 2020

Fecha de aceptación: junio, 2020

Fecha de publicación: agosto, 2020

## **EFFECTO DEL BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EN LA PRODUCCIÓN Y ESTADO FITOSANITARIO DE BANANO ORGÁNICO EN LA PARROQUIA “LA VICTORIA”**

EFFECT OF BIOCARBÓN AND MICROORGANISMS ON THE PRODUCTION AND PHYTOSANITARY STATUS OF ORGANIC BANANAS IN THE PARISH “LA VICTORIA”

Bryan Roger Azuero Gaona<sup>1</sup>

E-mail: [bazueroest@utmachala.edu.ec](mailto:bazueroest@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9919-3057>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

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

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

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

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Azuero Gaona, B.R., Quevedo Guerrero, J.N., & García Batista, R.M (2020). Efecto del biocarbón y microorganismos en la producción y estado fitosanitario de banano orgánico en la parroquia “La Victoria.” *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 110-120.

### RESUMEN

La investigación fue desarrollada en la hacienda “La Playa” ubicada en la parroquia La Victoria, el diseño experimental que se planteó en campo fue en bloques al azar con cinco tratamientos y diez repeticiones escogiendo únicamente plantas +2, realizado en dos tipos de suelo; franco arcilloso y arenoso. Los valores obtenidos en la investigación muestran datos muy significativos en los tipos de suelo, en el franco arcillo y en el suelo arenoso. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de biocarbón + ME mejora la productividad en el cultivo de banano orgánico. En suelo franco arcilloso se recomienda aplicar las dosis del T4, ya que en las mayorías de las variables evaluadas fue el que mejor resultado aportó y el que generara mayores ganancias económicas, en el suelo arenoso se recomienda aplicar cualquier dosis ya sea del T2 y T3 porque al momento de valorar la relación de B/C, se apreciaron valores similares.

**Palabras clave:**

Biocarbón o carbón vegetal, microorganismos, producción, beneficio/costo.

### ABSTRACT

The research was carried out at the “La Playa” hacienda located in the La Victoria parish. The experimental design that was proposed in the field was in random blocks with five treatments and ten repetitions choosing only +2 plants, carried out in two types of soil; loamy and sandy loam. The values obtained in the investigation show very significant data in the types of soil, in the clay loam and in the sandy soil. The results obtained show that the application of biochar + ME improves productivity in organic banana cultivation. In loamy clay soil it is recommended to apply the doses of T4, since in most of the variables evaluated it was the one that provided the best result and the one that generated the greatest economic gains, in sandy soil it is recommended to apply any dose of either T2 and T3 because when evaluating the B / C ratio, similar values were observed.

**Keywords:**

Biochar or charcoal, microorganisms, production, benefit / cost.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano se encuentra ampliamente distribuido en países tropicales y subtropicales, es considerado de mayor importancia económica para el sector agrícola ecuatoriano por ser un producto de exportación que genera ingresos al país y en su cadena de comercialización y producción es un gran generador de empleo para múltiples familias. Además, es considerado el cuarto cultivo alimentario más importante a nivel mundial por su alto contenido nutritivo (Gonzabay, 2017).

A nivel mundial en los últimos cinco años la producción de banano ha tenido un promedio de 114.148.736 TM en 5.477.588 hectáreas, donde Ecuador se ubica en el quinto lugar como productor junto a India, China, Indonesia y Brasil (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020). Ecuador es el segundo productor de América Latina y el primer exportador a nivel mundial (Rodríguez, 2009); en el año 2016 la mayor producción estuvo en la provincia de Los Ríos con el 43.23%, Guayas con 32.76% y El Oro con 16.47% en una superficie de 180,336 hectáreas exportando 6, 176,269.16 toneladas métricas para la Unión Europea, seguido de Rusia y Estados Unidos (Ecuador. Corporación Financiera Nacional, 2017), esto evidencia la importancia económica del cultivo en el PIB ecuatoriano.

El banano orgánico es una fruta saludable y nutritiva, requerida en los mercados internacionales, esto ha promovido que en los últimos cuatro años se incremente su demanda, ocasionando una mayor actividad en las zonas de producción realizada por pequeños, medianos y grandes productores. Ecuador también se encuentra en primer lugar como exportador de banano orgánico con alrededor de 12000

Ha sembradas; en el año 2019 se llegó a producir 310.000 cajas de banano orgánico semanales.

La aplicación de fertilizantes orgánicos mitiga la degradación por el uso indiscriminado de productos químicos, mejoran las propiedades del suelo, refuerzan la fertilidad que las plantas requieran; la aplicación edáfica de fertilizantes orgánicos tiene como desventaja la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación, volatilización, lo que causa una baja producción (Labarca, et al., 2005).

El objetivo propuesto en este trabajo fue incrementar el número de cajas a producir y la resistencia a plagas y enfermedades del cultivo de banano mediante la aplicación de biocarbón y microorganismos de montaña.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la plantación de banano orgánico Hacienda “La Playa” ubicada en la Parroquia La Victoria, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro; Ecuador, cuyo propietario es el Economista. Hernán Rosendo Monsalve Aguilera.

Ubicación geográfica, El área de investigación se encuentra en la siguiente ubicación geográfica, coordenadas: UTM; 626835 meridiano Este y 9626257 meridiano Sur, Datum; WGS 84 (World Geodetic System 1984), Zona; 17 Sur, Altitud; 25 msnm.

Material genético, Para la investigación se tomó un total de 100 plantas (+2) de banano del Clon Cavendish Gigantes, subgrupo Cavendish ubicada dentro de la plantación.

Los tratamientos estudiados se detallan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos estudiados.

Tratamientos	Códigos y repeticiones	Descripción
T1	T1R1,T1R2,T1R3,T1R4,T1R5,T1R6,T1R7,T1R8,-T1R9,T1R10	Testigo
T2	T2R1,T2R2,T2R3,T2R4,T2R5,T2R6,T2R7,T2R8,-T2R9,T2R10	10 aplicaciones de 50 g biocarbón + 50 ml de MM
T3	T3R1,T3R2,T3R3,T3R4,T3R5,T3R6,T3R7,T3R8,-T3R9,T3R10	10 aplicaciones de 100 g biocarbón + 100 ml MM.
T4	T4R1,T4R2,T4R3,T4R4,T4R5,T4R6,T4R7,T4R8,-T4R9,T4R10	(10 aplicaciones de 50 g de biocarbón+ 50 ml MM), + 50 g Sulfato de potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) + 10g Fósil Shell Agro en maceración aplicado al pseudotallo.
T5	T5R1,T5R2,T5R3,T5R4,T5R5,T5R6,T5R7,T5R8,-T5R9,T5R10	1 aplicación de 1000 g biocarbón + 1 lt MM

**VARIABLES EVALUADAS.** Peso de racimo (PR), Peso de raquis (PRq), Ratio Procesado (RP), Peso de la Mano (PM), Número de Manos (NM), Número de Dedos (ND), Calibración última mano (CUM), Calibración mano del sol (CSM), Estado evolutivo (EE), Edad Racimos (ER), Retorno (Ret).

## METODOLOGÍA

El diseño experimental para esta investigación fue de bloques al azar, con un número igual de repeticiones en el campo. Para la captura y reproducción de microorganismos de montaña se tuvo en cuenta, 1) Primero se debe pre-cocinar arroz sin sal ni aceite con agua y dejarlo hasta enfriar. 2) Se coloca el arroz en vasos para luego cubrirlos con gasa y luego sellarlo con una liga o cinta. 3) Luego se busca un lugar donde no hayan aplicado ningún tipo de pesticida, recomendable un bosque o en último caso en el mismo terreno donde se valla a realizar la investigación, se hace un agujero en que puede caber el vaso tapándolo con hojarasca. 4) Después de 5 o 6 días se saca las trampas y se observan el crecimiento de las colonias de microorganismos. 5) Se hacen una selección de micelios específicamente los de color blanco y verde, colocándolos en un tanque con una solución de agua y melaza para su reproducción, removiendo hasta que haya una buena mezcla homogénea. 6) Se los alimenta cada 5 días con 1 litro de melaza. 7) Luego de 25 días están listos para aplicarlos, puede ser con una bomba de mochila en forma de desecho en el riego de agua.

Aplicación de tratamientos, La aplicación de los tratamientos fue directa al suelo en capacidad de campo, se aplicó alrededor de las plantas evaluadas en los dos sectores con diferente clase textural.

T1: Son plantas testigos sin ninguna aplicación.

T2: Se realizó 10 aplicaciones; 50 gramos biocarbón más 50 mililitros de microorganismos de montaña, se realizó la aplicó semanalmente, dando un total al final de la investigación de 500 gramos y 500 mililitros.

T3: Se realizó 10 aplicaciones; 100 gramos biocarbón más 100 mililitros de microorganismos de montaña, se realizó la aplicó semanalmente, dando un total al final de la investigación de 1000 gramos y 1000 mililitros.

T4: Se realizó 10 aplicaciones; 50 gramos biocarbón más 50 mililitros de microorganismos de montaña, se realizó la aplicó semanalmente, dando un total al final de la investigación de 500 gramos y 500 mililitros. Mas una aplicación de fertilizantes en el pseudotallo cosechado perforándolo con un sacabocado, que se utilizó 50 gramos de Sulfato de Potasio y

10 gramos de Fossil Shell Agro en forma de maceración al pseudotallo.

T5: Se realizó una aplicación de 1000 gramos biocarbón más 1000 mililitros de microorganismos de montaña.

## Labores culturales

**Control de arvenses.** -Realizo con rozadora cada 8 semanas, en esta labor estuvo encargada trabajadores de la hacienda.

Riego. - El sistema de riego que tiene la hacienda es gran cañón, donde se realiza 2 riegos semanales que cada uno tiene una duración de 30 minutos.

**Deshoje.** - Esta labor se realizó dos vueltas por semana con el fin de eliminar hojas viejas no funcionales y partes afectadas de Sigatoka negra con la finalidad de limitar su propagación, esta fue realizado por un trabajador de la hacienda siempre y cuando siguiendo las recomendaciones del investigador

**Enfunde, encintado y protección.** - Una vez que la bellota ha emergido y este en una posición de 45 grados se procedió ya colocar la funda con su respectiva cinta de color que ayudara a identificar la edad del racimo, luego de una semana se procedió a deschivar el racimo y una semana más después a colocar la protección con discos. Estas labores fueron realizado una persona de la hacienda semanalmente.

**Deshije y deschante.** - Estas labores fueron realizadas por el investigador donde se seleccionó las mejores yemas que serán las futuras plantas que seguirán la sucesión madre-hijo-nieto, se tomó en cuenta en seleccionar las que tengan mejor vigor y estén mejor ubicadas. Conjunto con esta labor se realizaba el deschante en donde solo únicamente se cortaban las partes secas del pseudotallo, estas labores se la realizaba cada 8 semanas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis de ANOVA de un factor Tabla 2 en el suelo FAc muestra que existe significancia porque sus valores son menor al valor ( $p=0.05$ ) en algunas variables como: PR, RP, NM, CUM, CSM, RVI, RVF, y Ret; dando a conocer que si hay diferencia entre los tratamientos, mientras que en las variables: PRq, PM, ND, NH, ER, y CS; no existe diferencia significativa entre los tratamientos de cada variable porque su valor ( $p$ ) es mayor a 0.05 según el análisis estadístico.

El análisis de ANOVA de un factor Tabla 3 en el suelo A muestra que existe significancia porque sus

valores son menores al valor ( $p=0.05$ ) en algunas variables como: PRq, RP, ND, RVI y RVF; dando a conocer que si hay diferencia entre los tratamientos, mientras que en las variables: PR, PM, NM, CMU, CSM, NH, ER, CS y Ret; no existe diferencia significativa entre los tratamientos de cada variable porque su valor ( $p$ ) es mayor a 0.05 según el análisis estadístico.

Tabla 2. Suelos Franco arcilloso.

Variabes	Significancia
PR	0.036
PRq	0.275
RP	0.031
PM	0.912
NM	0.010
ND	0.262
CUM	0.009
CMS	0.038
NH	0.151
ER	0.630
CS	0.435
RVI	0.000
RVF	0.000
Ret	0.021

Tabla 3. Suelo Arenoso. ANOVA de un factor en los suelos del estudio.

Variabes	Significancia
PR	0.055
PRq	0.045
RP	0.033
PM	0.073
NM	0.386
ND	0.014
CUM	0.906
CMS	0.424
NH	0.880
ER	0.720
CS	0.675
RVI	0.000
RVF	0.000
Ret	0.103

**Peso de Racimo (PR).** La figura 1 del suelo FAc muestra el peso de los racimos de todos los tratamientos, según el análisis estadístico ANOVA Tabla 2 refleja que hay diferencia entre ellos; donde el T4 es el mejor de todos el cual posee la media más alta con 73.90 lb el cual obtuvo una fertilización en

el pseudotallo adicional en forma de maceración logrando que el racimo obtenga mayor peso en relación con los demás, seguido del T3 con 63.70 lb donde se puede observar que hubo un valor atípico que esta fuera del rango de los demás valores obtenidos, el T5 fue donde se obtuvo el racimo de mayor peso con 89 lb pero con una media de 62.50 lb haciendo que sea el tercer mejor tratamiento, finalmente el T2 con 61.30 lb, dan a conocer que la aplicación de biocarbón + MM aportan mayor peso al racimo el relación con el tratamiento testigo T1 que obtuvo una media de 58 lb.

La figura 2 nos muestra el peso de racimo en el suelo A y según el ANOVA (Tabla 3) refleja que no existió significancia entre los tratamientos porque su valor de  $p$  es mayor a 0.05, sin embargo si se observa un diferencia de pesos en los tratamientos que se aplicó biocarbón + MM con el testigo T1 que obtuvo una media de 31.44 lb, mientras que T3 con 39.30 lb fue el tratamiento que mayor peso tuvo entre los racimos cosechados a excepción de un valor atípico que se encuentra fuera del rango, seguido del T2 con 38.36 lb, T4 con 36.80 lb y finalmente T5 con 34.50 lb el cual dos valores atípicos están fuera del rango de peso de los demás racimos siendo estos valores menores a la media.

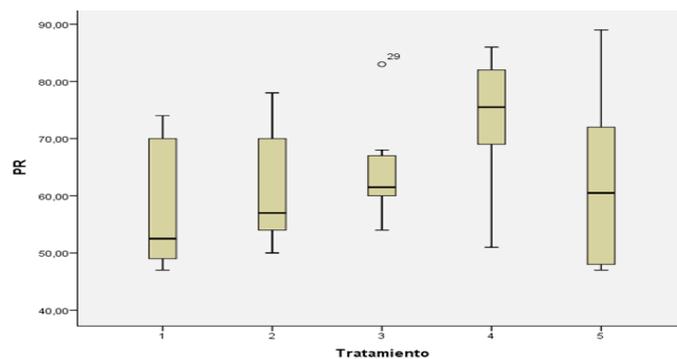
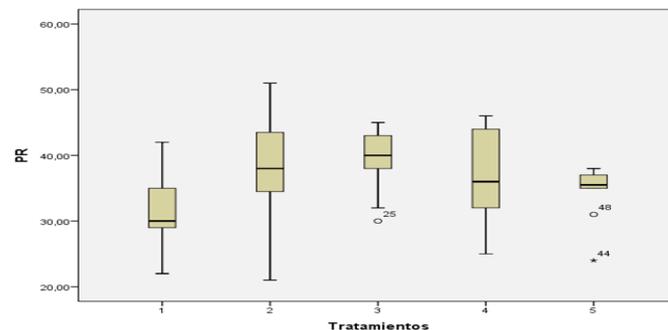


Figura 1. Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (FAc).



Figuras 2. Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (A).

**Peso de Raquis (PRq)** Según Tuz (2018), la aplicación de biocarbón + MM no presentan diferencias significativas en el peso del raquis, como se muestra

la Figura 3 en el suelo FAc el valor de p fue mayor a 0.05 así corroborando al autor antes mencionado que estadísticamente los tratamientos son iguales, pero teniendo a consideración que en los valores obtenidos se observa de mayor a menor al peso correspondiente a cada tratamientos donde T4 con 8.55 lb, T3 con 8.06 lb, T1 con 7.81 lb siendo este el tratamiento testigo obtuvo una media superior a T2 con 7.55 lb y T5 con 7.33 lb correspondientemente.

Mencionando que el peso del raquis en el suelo A si presenta diferencia significativa entre los tratamientos dado que el valor obtenido fue menor a 0.05 reflejado en la Tabla 3, de igual manera la Figura 4 muestra el peso del raquis con resultados de: T5 con 5.06 lb siendo el tratamiento que mayor peso obtuvo, T2 con 4.52 lb, T3 con 4.28 lb, T4 con 4.09 lb y T1 con 3.72 lb.

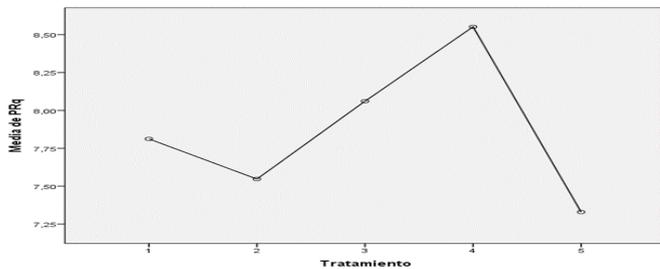


Figura 3. Variable (PR), suelo (FAc).

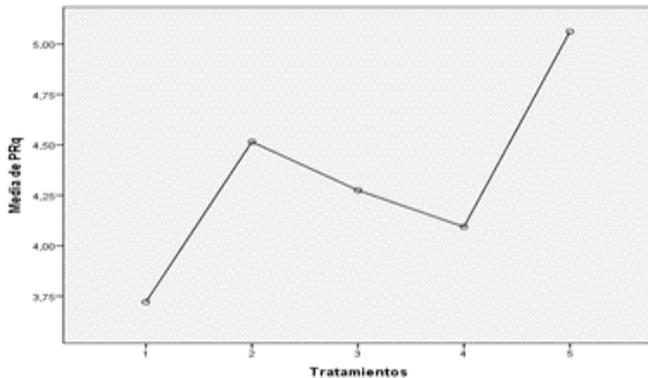


Figura 4. Variable (PR), suelo (A).

**Ratio Procesado (RP)** Según Tenesaca, Quevedo & García (2019), manifiestan que el ratio no representa significancia entre los tratamientos, pero como se muestra la Figura 5 el diagrama de cajas y bigotes y el análisis estadísticos ANOVA (Tabla 6) dan a conocer que en el suelo FAc hay diferencia significativa entre los tratamientos el cual dio un valor de (sig., 0.031) siendo menor al valor de ( $p=0.05$ ), observando que el T4 con una media 1.52, un valor máximo de 1.82, un valor mínimo de 1.05 posee un rango 0.77 muy amplio entre sus valores sin lugar que este es el mejor tratamiento de todos significando que un racimo se obtendrá una caja y media de banano de tipo 22XU por el motivo de que este tratamiento fue

el único que tuvo aplicación de maceración en el pseudotallo cosechado haciendo que su productividad sea más eficiente como lo menciona Quevedo, et al. (2019), seguido de T3 con 1.30, T5 con 1.28 el cual este tratamiento tuvo un valor máximo 1.85 mayor al T4 y T3. El T2 con 1.25 y por último el T1 testigo que no se le realizo aplicación de biocarbón + MM obtuvo la media más baja con 1.17.

En la Figura 6, la variable de Ratio Procesado en el suelos A donde el análisis estadísticos ANOVA mostro diferencia significativa entre los tratamientos, donde el T3 con una media de 0.81 fue el mejor de todos, seguido de T2 con 0.79 mostrando que los datos obtenidos en este fueron muy variados entre todos los tratamientos con un rango muy amplio de 0.67 el cual en este se presencié el ratio procesado más alto de todos con un valor de 1.06, como tercer lugar el T4 con 0.76 pero con una tendencia de sus datos hacer menor que la media, el T5 con 0.68 y dos valores atípicos menores que la media, al final con la media más baja el tratamiento testigo T1 0.64 que obtuvo dos valores atípicos; un valor superior y un valor inferior a la media, dando como resultado que en todos los tratamientos que se aplicó biocarbón + MM dio valores más alto que el testigo.

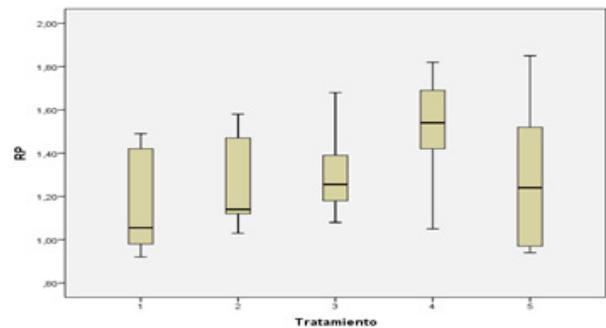


Figura 5. Diagrama de cajas y bigotes de la variable (RP).

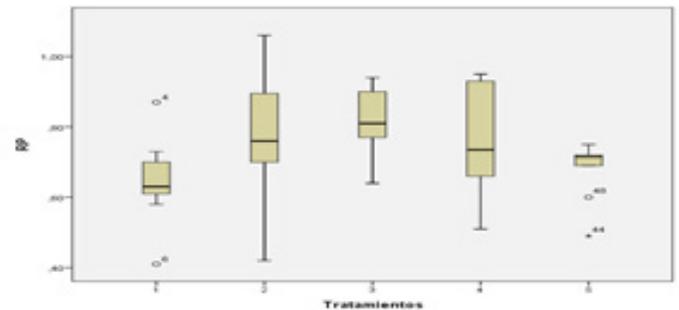


Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes de la variable suelos (FAc) y (A).

**Peso de mano (PM)**, Como muestran las Tablas 2 y 3 del ANOVA, no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cada tipo de suelo, sin embargo, que los tratamientos fueron los mismos en el suelo FAc y A, se observa en la Figura 7 que las medias

de todos los tratamientos fueron superiores a 11.5 lb mientras que en la Figura 8 muestra que las medias de todos los tratamientos fueron inferiores a 9.5 lb. En el suelo Franco arcilloso los tratamientos con mayor PM en las medias fue T2 con 12.56 lb a excepción de un valor atípico de 16.32 lb, el T1 con 12.32, siendo este el tratamiento testigo superando al T5 con 12.182 lb teniendo un valor atípico superior, el T4 con 11.85 lb, T3 con 11.65 lb teniendo de igual manera un valor atípico de 17.05 lb. En el suelo arenoso el T3 con 9.087 lb fue el más alto y el que obtuvo datos más homogéneos, el T4 con 8.53 lb, el T2 con 8.52, T4 con 7.901 lb y T1 con 6.99 lb.

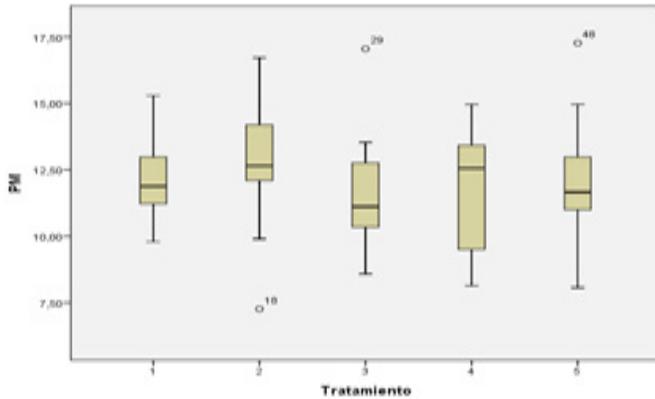


Figura 7. Variable (PM), suelo (FAC).

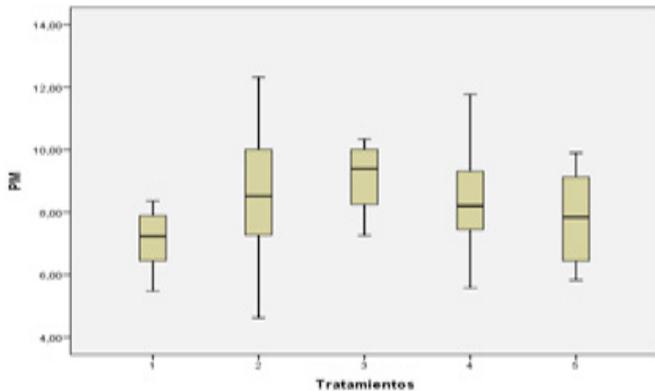


Figura 8. Variable (PM), suelo (A).

**Número de manos (NM),** Se observa en la Figura 9 que el mejor tratamiento es el T4 con una media de 8.30 pero con unos valores máximos de 9 manos por racimo a excepción un valor atípico, en él se aplicó la maceración en el pseudotallo el cual no se corta el tallo cosechado, aumentando la producción corroborando los resultados de Vargas & Cubillo (2010); y Gaviria (2016), el T3 con 7.70 con tendencia a tener valores superiores, el T5, T1 con 7.20 pero a mostrar valores que pueden ser inferiores a esa media, el T2 con 7.10 obtuvo valores atípicos; dos superiores de y uno inferior a la media. En la figura 10 muestra pese a o existir diferencia entre tratamientos, el T2 con 5.72 pero con valores máximos de 7 al igual que el T3 que tiene una media de 5.50, el T4 con 5.40, T5 con 5.3 que obtuvo dos valores atípicos de 6 y 7, el T1 con 5.22

obtuvo un valor atípico de 6.

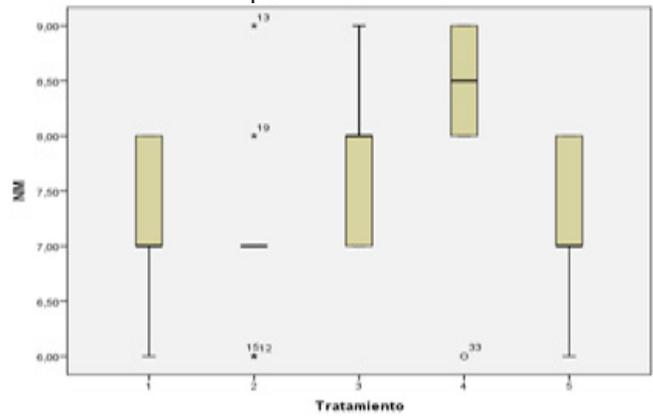


Figura 9. Variable (NM), suelo (FAC).

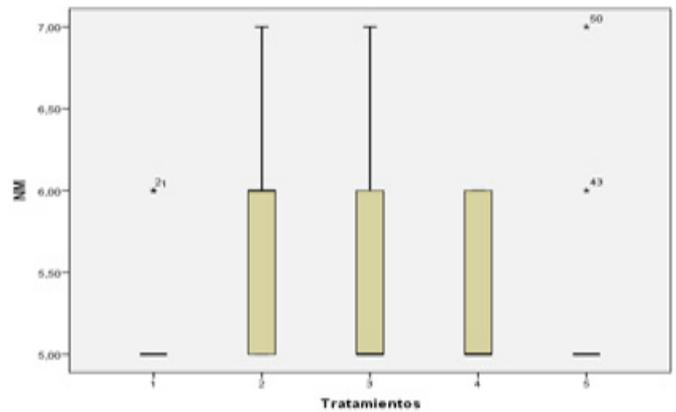


Figura 10. Variable (NM), suelo (A).

**Número de dedos de la mano del sol (ND),** en la Figura 11 se muestra la variable ND del suelo FAC donde estadísticamente los tratamientos son iguales se observa que el T1 con 30 dedos obtuvo el valor más alto de todos seguidos de, T4 con 26.90, T2 y T5 con 26.10 y T3 con 25.5. En el suelo A como se muestra Figura 12 la aplicación de biocarbón + ME y la maceración al pseudotallo en el T4 presenta diferencia entre los demás con una media de 24.8 y valores máximos de 28 dedos siendo este el mejor tratamiento de todos, el T3 con 23.00, T2 con 22.45, T5 con 21.40, T1 con 19.66. Como se observa en ambas figuras, el comportamiento de las plantas en los dos tipos de suelo en muy diferente en la aplicación de biocarbón +MM, en los tratamientos testigo T1 donde el tipo de suelo fue FAc obtuvo mayor número de ND, al contrario del suelo A se obtuvo el menor ND.

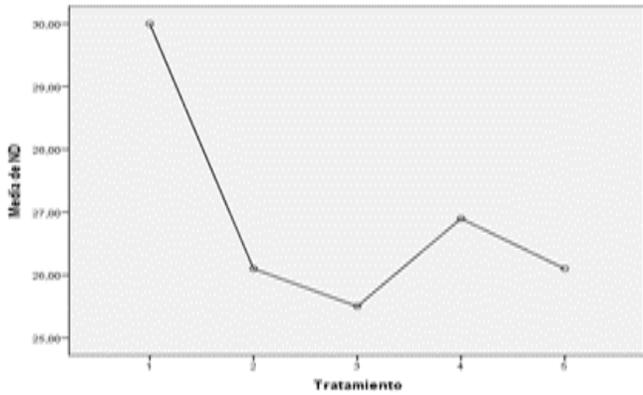


Figura 11. Variable (ND), suelo (FAc).

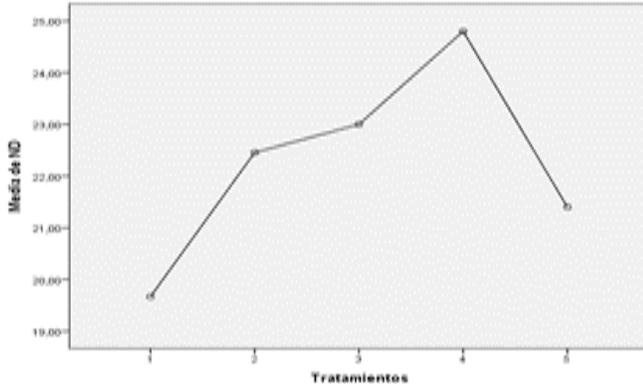


Figura 12. Variable (ND), suelo (A).

**Calibración de la última mano (CUM)**, El ANOVA muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en el suelo FAc, tabla 2, al contrario del suelo A en donde no existe significancia entre los tratamientos Tabla 3, como muestra la Figura 13 el T5 con una media de 41.20 fue el mejor de todos los tratamientos con un rango de 4 grados entre el valor máximo y el valor mínimo, seguido de T2 y T3 con 40.2, T4 con 40.10, T1 con 40.00 y se puede observar que en todos los tratamientos hay valores atípicos de grados 39, se debe a que esos racimos fueron cosechados a su edad máxima de exportación de 12 semanas. En la figura 14 observamos que todos los tratamientos se encuentran en un rango de medias que van de 40.10 a 40.40 en calibración y que los tratamientos T1, T4 y T5 poseen valores atípicos que sobre salen entre los valores máximos y mínimos de cada uno de ellos, mostrando que los valores obtenidos no fueron homogéneos.

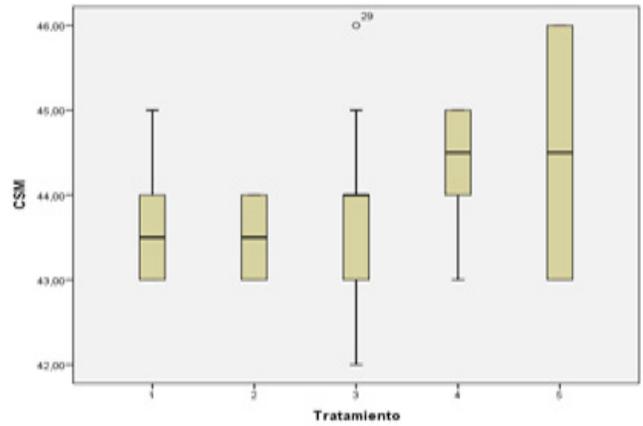


Figura 13. Variable (CMS), suelo (FAc).

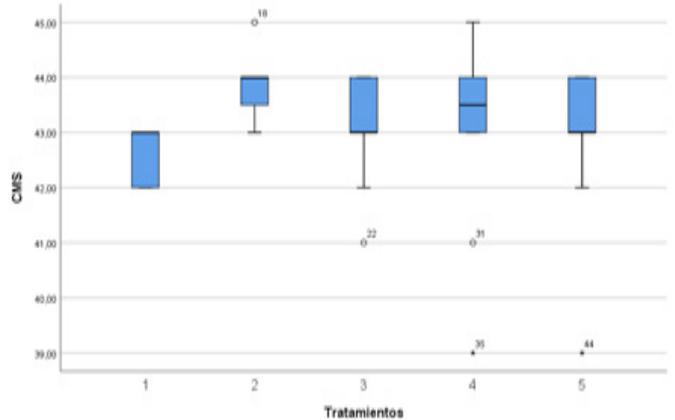


Figura 14. Variable (CMS), suelo (A).

**Número de hojas a la cosecha (NH)**, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en los dos tipos de suelo, tablas 2 y 3, al observar la Figura 15 que el tratamiento testigo T1 obtuvo 5.40 con una ascendencia a tener valores más altos, el T4 con 5.20 que fue el tratamiento más homogéneo en los valores obtenidos en NH, el T3 con 5.05, el T5 con 4.60, el T2 con 4.55, lo cual muestra que el rango que entre las medias es solo de 1 hoja entre tratamientos por lo que no existe diferencia entre ellos. La Figura 16 muestra al T3 con una media de 4.95 y que además fue el tratamiento más disperejo con un valor máximo de 7 y un valor mínimo de 3, obteniendo el rango más alto entre todos con un valor de 4 hojas de diferencia, el T5 con 4.70 fue el tratamiento que tuvo sus datos más homogéneo, el T4 con 4.69 que obtuvo un valor atípico, el T2 con 4.681 y el T1 con 4.50 obtuvo un valor atípico superior a los de más valores, dado como resultados que la diferencia de medias entre los tratamientos es solo de 0.45 hojas.

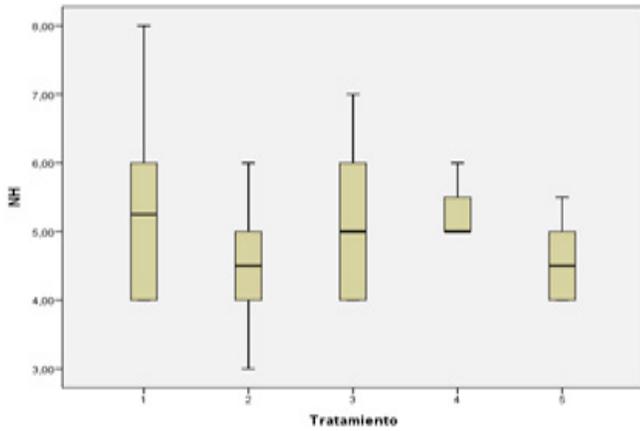


Figura 15. Variable (NH), suelo (FAC).

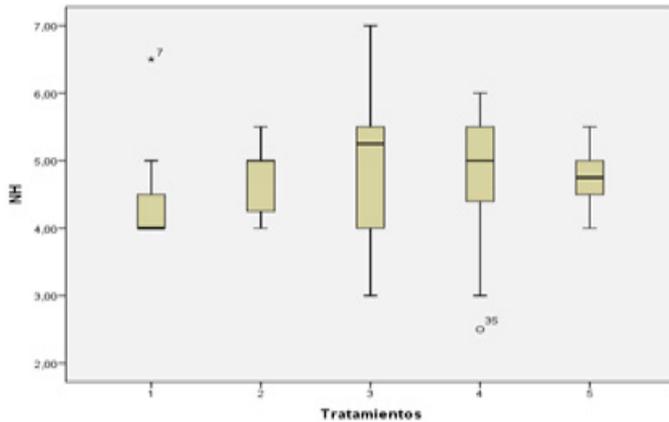


Figura 16. Variable (NH), suelo (A).

**Edad del racimo cosechado (ER)**, En el ANOVA, Tabla 2 y Tabla 3 refleja que no existe significancia entre los tratamientos, donde se observa la Figura 17 que el T3 y T5 tiene una media de 11.50, el T1 y T4 con 11.40, el T2 con 11.10, sin embargo, en el T1, T2, T3 hubo racimos que fueron cosechados a 10 semanas. En la Figura 18 muestra una similitud entre todos los tratamientos a una edad de corte de 11 semanas; T1 con 11.44, T2 con 11.36, T4 con 11.30, T3 con 11.20 con racimos que fueron cosechados a 10 semanas al igual que el T5 que tuvo una media de 11.10. Los valores obtenidos de todos los tratamientos en los dos tipos de suelo fueron similares, estando en condiciones óptimas de cosecha para exportación, el cual el máximo de edad permitido en banano orgánico es de 12 semanas.

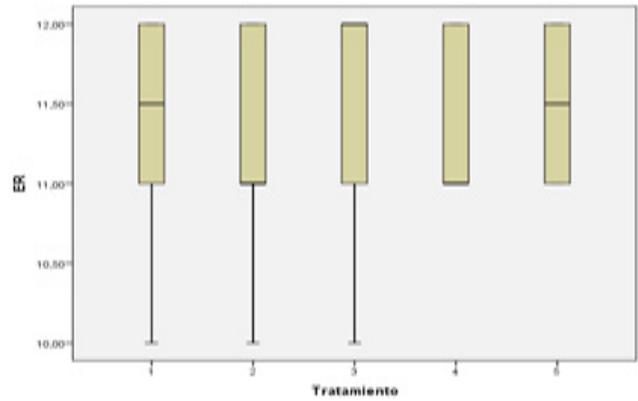


Figura 17. Variable (ER), suelo (FAC).

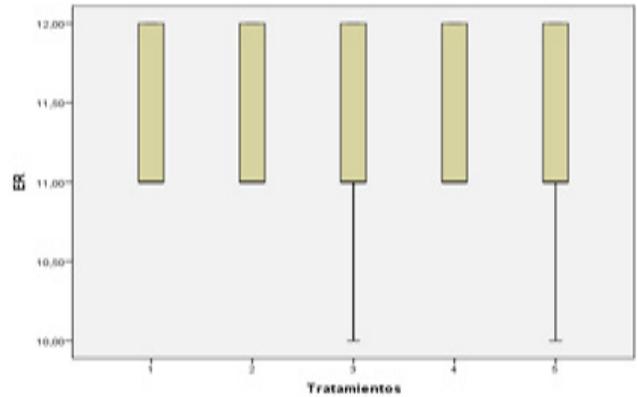


Figura 18. Variable (ER), suelo (A).

**Retorno (Ret)**, En el suelo FAC si hubo significancia entre los tratamientos, Tabla 2, donde el T4 fue el mejor tratamiento con una media de 1.75 mostrando que fue donde se obtuvieron valores muy homogéneos con un valor máximo de 1.93 y un mínimo de 1.53 dando como resultado que en un año se obtendrá 1.75 racimos por unidad de producción ilustrado en la Figura 19, seguido por T3 con 1.70 y un valor atípico superior a este, T1 con 1.68 donde también se obtuvo un valor atípico de 2.27 que fue el mejor retorno de todas las plantas siendo del tratamiento testigo, T2 con 1.62 obteniendo también un valor atípico superior, el T5 con 1.39 que de igual manera sus datos fueron muy homogéneos. En el Figura 20 se muestra el Retorno del suelo A, donde el análisis ANOVA Tabla 3 no hubo significancia entre los tratamientos, de igual manera el T3 tuvo una media de 1.55 mostrando valores más homogéneos a excepción de un valor atípico superior, seguido de T4 con 1.47, el T5 con 1.42, el T2 con 1.38 donde en este tratamiento sus datos fueron los más diferentes, el T1 con 1.32. Según Quevedo, et al. (2019), señalan que, entre más alto es el valor del retorno, habrá mejor productividad, porque se cosecharán más racimos/ha/año.

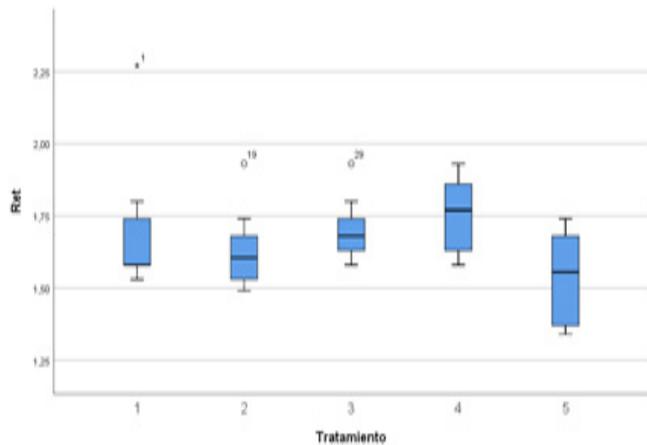


Figura 19. Variable (Ret), suelo (FAC).

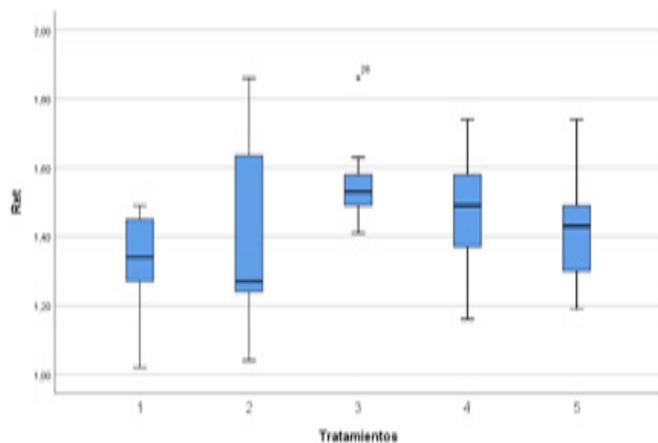


Figura 20. Variable (Ret), suelo (A).

**Estado Evolutivo (EE)**, las figura 21 y figura 22 muestran las curvas del estado evolutivo de Sigatoka negra en cada tipo de suelo tomadas semanalmente, según el análisis estadístico no registro diferencia significativa entre tratamientos a diferencia como lo menciona Tuz (2018), mostrando así una relación con el número de hojas a la cosecha que tampoco hubo diferencia, cabe recalcar que la aplicación de funguicidas orgánicos para el control de Sigatoka fue un factor no controlado siendo aplicado en todos los tratamientos por igual, porque los dos sectores de estudio se encontraban dentro de la plantación donde se realizaba la fumigación de forma área (avioneta), pudiendo así afectar la aplicación de biocarbón + MM.

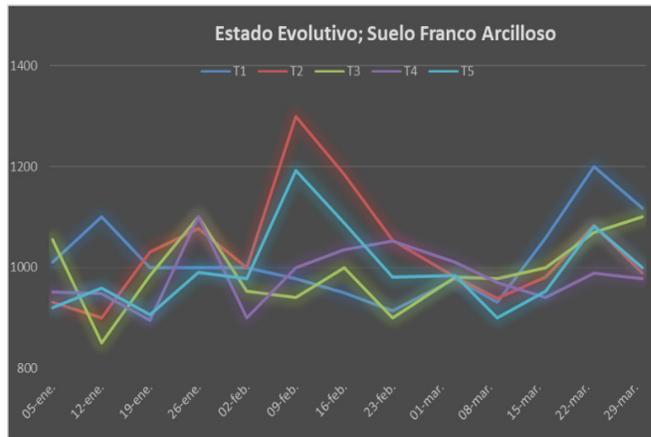


Figura 21. Curvas del (EE) en el suelo (FAC).

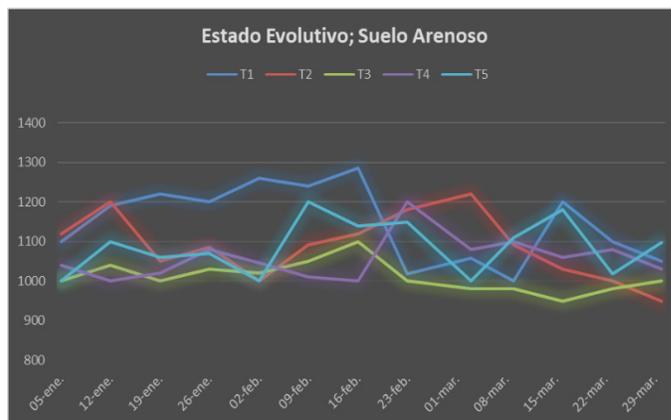


Figura 22. Curvas del (EE) en el suelo (A).

**Análisis económico de los tratamientos.** La tabla 4 la muestra la relación costo-beneficio en el suelo FAC donde se observa que el T4 fue el que obtuvo el valor más alto de 2.78 por el motivo que su costo nutricional es \$ 0.47, teniendo los mejores valores de retorno 1.76 y un ratio 1.52, dando un valor de 2707.32 racimos/año obteniendo 4117.83 cajas/ha/año, con un precio de la caja orgánica de \$8.40 se obtiene un total de ingresos \$ 34589.80 ha/año, un beneficio de \$ 33866.00, con un costo de producción de una caja de banano de \$ 4.50 siendo este el valor real en la hacienda “La Playa” da como resultado el costo de producción ha/año un valor de \$ 12182.94, donde se obtendrá la relación C/B, dividiendo los dos valores entre sí. Seguido por el tratamiento T3 con 2.32, el T2 y T5 con 2.29 – 2.28 y al final el tratamiento testigo T1 con 2.12.

Tabla 4. Relación beneficio-costo en el suelo; franco arcilloso.

Tratamiento, T	Costo Neto	Costo x ha	DP	Retorno	Racimos x año	Ratio	Cajas x tratamiento
1	0,315	485,1	1540	1,68	2587,2	1,16	3001,15
2	0,35	539,0	1540	1,62	2494,8	1,25	3118,50
3	0,72	1108,0	1540	1,7	2618,0	1,29	3390,31
4	0,47	723,8	1540	1,758	2707,3	1,52	4117,83
5	0,72	1108,8	1540	1,398	2152,9	1,28	2762,20
Precio	Total Ingresos x tratam.	Beneficio	Costo Proc	Costo Proc. x ha, año	Relación Be-nef.-Costo		
8,4	25209,68	24724,58	4,5	11642,40	2,12		
8,4	26195,40	25656,40	4,5	11226,60	2,29		
8,4	28478,60	27369,80	4,5	11781,00	2,32		
8,4	34589,80	34589,80	4,5	12182,94	2,78		
8,4	23202,45	23202,45	4,5	9689,14	2,28		

La tabla 5, muestra la relación costo - beneficio en un suelo A donde se observa que el T2 y T3 obtuvieron la misma relación C/B de 1.41 recalando que el T3 siempre obtuvo valores mayores de racimos/año, retorno y ratio procesado, seguido del T4 con 1.35,

el T5 con 1.16 y un valor muy similar el T1 con 1.15, el cual nos indica que aplicar 1000 g de biocarbón + MM T5 en una sola aplicación es muy similar a no aplicar, al contrario de la aplicación en dosis a lo largo del ciclo vegetativo en la planta de banano.

Tabla 5. Relación beneficio-costo en el suelo; arenoso.

Tratamiento, T	Costo Neto	Costo x ha	DP	Retorno	Racimos x año	Ratio	Cajas x tratam.
1	0,315	485,1	1540	1,328	2045,12	0,644	1317,06
2	0,35	539,0	1540	1,387	2135,98	0,787	1681,02
3	0,72	1108,0	1540	1,554	2393,16	0,813	1945,64
4	0,47	723,8	1540	1,478	2276,11	0,760	1729,85
5	0,72	1108,8	1540	1,422	2189,88	0,684	1497,88
Precio	Total Ingresos x tratam.	Benef.	Cos. Proc	Cos. Proc. x ha, año	Relación Benef.-Costo		
8,4	11063,28	10578,18	4,5	9203,04	1,15		
8,4	14120,54	13581,13	4,5	9611,91	1,41		
8,4	16343,37	15234,57	4,5	10769,22	1,41		
8,4	14530,75	13806,95	4,5	10242,54	1,35		
8,4	12582,17	11473,37	4,5	9854,46	1,16		

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que en el suelo franco arcilloso el mejor tratamiento fue el T4 obteniendo una producción de 4117 cajas/ha/año donde estuvo relacionado directamente al valor de retorno 1.76, mientras que en el suelo arenoso el mejor tratamiento fue el T3 con una producción de 1945 cajas/ha/año con un retorno de 1.55. El ratio procesado por racimo, en el suelo franco arcilloso el T4 con 1.52 resulto el mejor entre todos los tratamientos y en el suelo arenoso fue el T3 con 0.81, pudiendo constatar que la aplicación de biocarbón + MM si ayuda aumentar el ratio en relación con el tratamiento testigo.

Las variables incidencia de estado evolutivo y el número de hojas a la cosecha fueron similares entre las plantas testigos y las plantas aplicado biocarbón + MM, un factor no controlado fue la fumigación para Sigatoka negra, debido a que todos los tratamientos recibieron el mismo control fitosanitario, pudiendo esto alterar los efectos de los tratamientos donde el biocarbón podría haber demostrado una mejor resistencia de las plantas a la presión de la enfermedad.

El análisis económico realizado, muestra que en el suelo FAc el T4 fue el mejor, con un costo de \$ 0.47/planta, siendo el costo ha/año de \$ 12,182.94, lo que permitió obtener un beneficio anual de \$33,866.80 y una relación C/B de \$2.78. Mientras que el suelo A la relación C/B fue igual en los tratamientos T2 y T3 con 1.41, siendo los costos aplicación/planta de 0.31T2 - 0.72 T3, teniendo en cuenta que aplicar cualquier dosis de los dos al final se obtendrán las mismas ganancias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Financiera Nacional. (2017). Ficha sectorial: banano y plátanos. Corporación Financiera Nacional. CFN. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>
- Gaviria, J. (2016). Evaluación del efecto del corte del pseudotallo en planta madre. (tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- Gonzabay, R. (2017). Cultivo del banano en el Ecuador. *Revista Afese*, 58(58), 113-142.
- Labarca, M., Sosa, L., Esparza, D., Nava, C., 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 Hartón (Musa AAB. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, 22(4), 408-420.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Cultivos. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Quevedo, J. N., Delgado, A. M., Tuz, I. G., & García, 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.
- Rodríguez, A. (2009). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (Musa sp.), variedad gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos. (Tesis de Ingeniería en Agroempresas). Universidad San Francisco de Quito.
- Tenesaca, S., Quevedo, J., & García, R. (2019). Determinación de la dosis óptima de bio-carbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa X Paradisiaca L.) Clon Williams. *Revista Científica Agroecosistema*, 7(3), 134-141.
- Tuz, I. G. (2018). Manejo integrado del cultivo de banano (musa x paradisiaca l.) clon Williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Vargas, A., & Cubillo, D. (2010). Evaluación de dos modalidades de manejo del pseudotallo después de la cosecha sobre el crecimiento, producción y sanidad de plantas de banano (Musa AAA). *Revista Agronomía Costarricense*, (34), 287-297.