



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFECTO DEL BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EN LA  
PRODUCCIÓN Y ESTADO FITOSANITARIO DE BANANO ORGÁNICO  
EN LA PARROQUIA "LA VICTORIA"

AZUERO GAONA BRYAN ROGER  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EFFECTO DEL BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EN LA  
PRODUCCIÓN Y ESTADO FITOSANITARIO DE BANANO  
ORGÁNICO EN LA PARROQUIA "LA VICTORIA"

AZUERO GAONA BRYAN ROGER  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFECTO DEL BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EN LA PRODUCCIÓN Y  
ESTADO FITOSANITARIO DE BANANO ORGÁNICO EN LA PARROQUIA "LA  
VICTORIA"

AZUERO GAONA BRYAN ROGER  
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 18 DE MARZO DE 2020

MACHALA  
2020

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

## INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

1%

2

[www.swisscontact.org](http://www.swisscontact.org)

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

1%

4

[repositorio.una.edu.ni](http://repositorio.una.edu.ni)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AZUERO GAONA BRYAN ROGER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DEL BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EN LA PRODUCCIÓN Y ESTADO FITOSANITARIO DE BANANO ORGÁNICO EN LA PARROQUIA "LA VICTORIA", otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

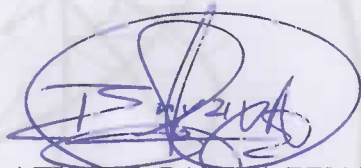
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 18 de marzo de 2020



AZUERO GAONA BRYAN ROGER  
0705724664

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación le dedico a Dios quién supo guiarme por el camino del bien, por darme la fuerza necesaria de seguir adelante, iluminarme en todos estos años de vida.*

*A mis padres Sr. Nestor Vidal Azuero Criollo y Sra. Yenny Lilian Gaona Rogel quienes son los pilares fundamentales, guiándome y apoyándome cada día, depositando su confianza en el transcurso de mis estudios que sin ellos no hubiera hecho esto posible.*

*A mis hermanos Albaro y Mayra quienes han estado en cada momento mostrando su apoyo incondicional desde el inicio de mis estudios.*

*Al resto de mi familia por contribuir en este logro académico quienes con amor y paciencia me mostraban su apoyo.*

**Bryan Roger Azuero Gaona**

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi mayor agradecimiento va dirigido a Dios por haberme concebido de fuerza y salud para poder terminar mis estudios académicos, jamás abandonándome en los momentos más difíciles.*

*A mis padres quienes siempre me apoyaron económicamente, brindándome su apoyo para poder culminar mi carrera profesional.*

*A Johanna Noles siendo una persona muy especial en mi vida, mostrándome su apoyo incondicional cada día y darme grandes momentos de felicidad.*

*Al Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg. Sc. en calidad de tutor, quien siempre me brindo sus conocimientos técnicos y científicos, siendo la principal persona en la guía de la elaboración de mi trabajo de investigación.*

*Al Ing. Agrícola Julio Enrique Chabla Carrillo PhD. y al Ing. Agr. Edwin Edison Jaramillo Aguilar Mg. Sc. quienes con sus conocimientos aportaron parte esencial en mi formación académica y enseñándome valores éticos para mi vida profesional.*

*Al Ec. Hernán Monsalve dueño de la hacienda “La Playa”, otorgando el permiso para realizar la investigación de campo.*

**Bryan Roger Azuero Gaona**

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

Azuero Gaona, Bryan  
Quevedo Guerrero, José

## **RESUMEN**

El banano es el principal cultivo agrícola en El Ecuador, aporta de forma sustancial ingresos económicos al país y es una actividad generadora de empleos para muchas familias. Nuestro país ubicado en la línea ecuatorial, posee las mejores condiciones edafoclimáticas, haciendo esto que al banano ecuatoriano se le atribuya ser el mejor en calidad, propiciando una gran demanda a nivel mundial, ubicándolo como el primer país exportador. Teniendo en cuenta lo antes mencionado, la media de producción cajas/ha/año es muy baja comparada con otros países de la región donde también se produce banano orgánico, por lo cual se planteó este tema de investigación para buscar mejores alternativas, cuyo objetivo general fue el de encontrar un mecanismo para incrementar la productividad y la resistencia al ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de banano mediante la aplicación de biocarbón y microorganismos de montaña. 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: T1= testigo; T2 = 10 aplicaciones de 50 g biocarbón + 50 ml de ME; T3 = 10 aplicaciones de 100 g biocarbón + 100 ml ME; T4 = (10 aplicaciones de 50 g de biocarbón 50 ml ME), + 50 g Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) + 10g Fossil Shell Agro en maceración aplicado al pseudotallo y T5 = 1 aplicación de 1000 g biocarbón + 1 lt ME. Las variables a estudiar fueron: 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), Número de Hojas (NH), Estado Evolutivo (EE), Edad Racimos (ER), Crecimiento Semanal cm (CS), Porcentaje de raíces vivas al inicio de la investigación (RVI), Porcentaje de raíces vivas al final de la investigación (RVF) y Retorno (Ret). Los valores obtenidos en la investigación muestran datos muy significativos en los tipos de suelo, en el franco arcillo las variables que hubo significancia entre los tratamientos



según el análisis estadístico ANOVA fueron: PR el T4 con (73.90 lb), RP el T4 con (1.52), NM el T4 con una media de (8.30) pero la mayoría de sus racimos tuvieron 9 manos, CUM el T5 con (41.20), CMS el T5 con (44.60), en relación de RVI y RVF el T4 con (97.58%), Ret el T4 con (1.75) y en la relación B/C el T4 con (2.78). En el suelo arenoso las variables que hubo diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis estadístico ANOVA fueron: PRq el T5 con (506 lb), RP el T3 con (0.813), ND el T4 con (24.8), en la relación de RVI y RVF el T3 teniendo al inicio (28.90%) y al final (80.02%) fue el mejor tratamiento que obtuvo en raíces completamente sanas, en la relación B/C el T2 y T3 obtuvieron el mismo valor de (1.41). Concluyendo que la aplicación de biocarbón + ME mejora considerablemente la productividad en el cultivo de banano orgánico, en el suelo franco arcilloso se recomienda aplicar las dosis del T4 por el motivo que en las mayorías de las variables tomadas fue el que mejor resultado se obtuvo y el que generara mayor ganancias económicas, en el suelo arenoso se recomienda aplicar cualquier dosis ya sea del T2 y T3 por que al momento de obtener la relación de B/C son los mismo valores.

**Palabra claves:** biocarbón, microorganismos, producción, beneficio/costo

**EFFECT OF BIOCHAR AND MICROORGANISMS ON THE  
PRODUCTION AND PHYTOSANITARY STATE OF ORGANIC BANANA  
IN THE "LA VICTORIA" PARISH**

Azüero Gaona, Bryan  
Quevedo Guerrero, José

**ABSTRACT**

Bananas are the main agricultural crop in El Ecuador, providing substantial economic income to the country and is a job-generating activity for many families. Our country located on the equatorial line, has the best edaphoclimatic conditions, making this the Ecuadorian banana is credited with being the best in quality, promoting a great demand worldwide, placing it as the first exporting country. Taking into account the above, the average production boxes/ha/year is very low compared to other countries in the region where organic bananas are also produced, so this research topic was raised to look for better alternatives, the overall objective of which was to find a mechanism to increase productivity and resistance to the attack of pests and diseases in banana cultivation through the application of biocarbon and mountain microorganisms. The research was developed in the farm "La Playa" located in the parish of La Victoria, the experimental design that was proposed in the field was randomized blocks with five treatments and ten repetitions choosing only plants +2, performed on two types of soil; clay and sandy loam: T1 = witness; T2 = 10 applications of 50 g biochar + 50 ml of ME; T3 = 10 applications of 100 g biochar + 100 ml ME; T4 = (10 applications of 50 g of biochar + 50 ml ME), + 50 g Potassium sulfate (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) + 10g Fossil Shell Agro in maceration applied to the pseudostem and T5 = 1 application of 1000 g biochar + 1 lt ME. The variables to study were: Cluster Weight (PR), Spine Weight (PRq), Processed Ratio (RP), Hand Weight (PM), Number of Hands (NM), Number of Fingers (ND), Last Hand Calibration (CUM), Calibration hand of the sun (CSM), Number of Leaves (NH), Evolutionary State (EE), Age Clusters (ER), Weekly Growth cm (CS), Percentage of live roots at the beginning of the investigation (RVI), Percentage of live roots at the end of the investigation (RVF) and Return (Ret). The values obtained in the investigation show very significant data in the types of soil, in the clay loam the variables that were significant among the treatments according to the ANOVA statistical analysis were: PR

the T4 with (73.90 lb), RP the T4 with (1.52), NM the T4 with an average of (8.30) but most of their clusters had 9 hands, CUM the T5 with (41.20), CMS the T5 with ( 44.60), in relation to RVI and RVF the T4 with (97.58%), Ret the T4 with (1.75) and in the B/C ratio the T4 with (2.78). In the sandy soil the variables that had a significant difference between the treatments according to the ANOVA statistical analysis were: PRq the T5 with (5.06 lb), RP the T3 with (0.813), ND the T4 with (24.8), in the relation of RVI and RVF the T3 having at the beginning (28.90%) and at the end (80.02%) was the The best treatment obtained in completely healthy roots, in the B / C ratio, T2 and T3 obtained the same value of (1.41). Concluding that the application of biocarbon + ME considerably improves productivity in the cultivation of organic bananas, in clay loam soil it is recommended to apply the doses of T4 for the reason that in the majority of the variables taken it was the one that obtained the best result and the one that will generate greater economic gains, in the sandy soil it is recommended to apply any dose of either T2 and T3 because at the moment of obtaining the B/C ratio they are the same values.

**Keywords:** biochar, microorganisms, production, benefit/cost

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	12
OBJETIVO GENERAL .....	13
Objetivos específicos .....	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. ORIGEN DEL BANANO. ....	14
2.2. IMPORTANCIA DE BANANO EN EL MUNDO Y EL ECUADOR.....	14
2.3. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE BANANO. ....	15
2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO .....	16
2.5. FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	16
2.5.1. Fase vegetativa .....	16
2.5.2. Fase reproductiva.....	17
2.6. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE BANANO.....	17
2.6.1. Sistema radicular.....	17
2.6.2. Cepa o cormo.....	18
2.6.3. Hojas .....	18
2.6.4. Inflorescencia o bellota .....	19
2.6.5. Fruto.....	19
2.7. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE BANANO .....	20
2.7.1. Altitud .....	20
2.7.2. Precipitación .....	20
2.7.3. Temperatura.....	20
2.7.4. Humedad relativa.....	21
2.7.5. Luminosidad.....	21
2.7.6. Suelos .....	21
2.8. MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO.....	21
2.8.1. Siembra .....	21
2.8.2. Riego.....	22
2.8.3. Fertilización.....	23
2.8.4. Deshoje.....	23
2.8.5. Deshije .....	23
2.8.6. Deshermane .....	24
2.8.7. Deschante .....	25
2.8.8. Manejo de arvenses.....	25

2.8.9.	Enfunde .....	25
2.8.10.	Encintado.....	26
2.8.11.	Desflore .....	26
2.8.12.	Cirugía de laterales .....	27
2.8.13.	Deschive .....	27
2.8.14.	Protección de mano.....	28
2.8.15.	Cosecha .....	28
2.8.16.	Poscosecha.....	29
2.9.	BIOCARBÓN .....	29
2.10.	MICROORGANISMOS DE MONTAÑA.....	30
2.11.	FOSSIL SHELL AGRO.....	31
2.12.	SULFATO DE POTASIO.....	32
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
3.1.	MATERIALES.....	33
3.1.1.	Localización del ensayo .....	33
3.1.2.	Ubicación geográfica .....	33
3.1.3.	Materiales de campo .....	33
3.1.4.	Material genético .....	34
3.1.5.	Tratamientos .....	34
3.1.6.	Factores evaluados .....	35
3.2.	METODOLOGÍA.....	36
3.2.1.	Planteamiento del diseño experimental.....	36
3.2.2.	Captura y reproducción de microorganismos de montaña .....	36
3.2.3.	Aplicación de tratamientos .....	37
3.2.4.	Labores culturales .....	37
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1.	ANOVA de un factor de las variables de obtenidas de la investigación.....	39
4.2.	Peso de Racimo (PR).....	41
4.3.	Peso de Raquis (PRq) .....	43
4.4.	Ratio Procesado (RP).....	44
5.	CONCLUSIÓN.....	60
6.	RECOMENDACIÓN.....	61
7.	BIBLIOGRAFÍA. ....	62
8.	ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Producción (t) de banano por región	12
<b>Tabla 2:</b> Principales países productores(t) en el mundo.	13
<b>Tabla 3:</b> Clasificación taxonómica	13
<b>Tabla 4:</b> Contenido de nutrientes del Fosill Shell Agro	33
<b>Tabla 5:</b> Descripción de los tratamientos planteados	36
<b>Tabla 6:</b> ANOVA de un factor en el suelo; Franco arcilloso	41
<b>Tabla 7:</b> ANOVA de un factor en el suelo; Arenoso	42
<b>Tabla 8:</b> Relación beneficio-costo en el suelo; franco arcilloso	62
<b>Tabla 9:</b> Relación beneficio-costo en el suelo; arenoso	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sistema radicular superficial del banano	17	
<b>Figura 2:</b> Cormo de planta de banano	18	
<b>Figura 3:</b> Hojas de la planta de banano	19	
<b>Figura 4:</b> Inflorescencia del banano	20	
<b>Figura 5:</b> Racimo y frutos del banano	21	
<b>Figura 6:</b> Cormo colocado en el hoyo para ser plantado	24	
<b>Figura 7:</b> Sistema de riego Gran Cañón	24	
<b>Figura 8:</b> Hoja doblada, debe ser deshojada	25	
<b>Figura 9:</b> Planta deshijada	26	
<b>Figura 10:</b> Planta deshermanada	27	
<b>Figura 11:</b> Planta deschantada	27	
<b>Figura 12:</b> Bellota enfundada	28	
<b>Figura 13:</b> Encintado para control de edad	29	
<b>Figura 14:</b> Desflore de racimo	30	
<b>Figura 15:</b> Cirugía de laterales de cada mano	30	
<b>Figura 16:</b> Deschive de racimo, falla +3	31	
<b>Figura 17:</b> Racimo protegido con discos	32	
<b>Figura 18:</b> Biocarbón molido	34	
<b>Figura 19:</b> Colonias de MM	35	
<b>Figura 20:</b> Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (FAc)	46	
<b>Figura 21:</b> Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (A)	47	
<b>Figura 22:</b> Variable (PR), suelo (FAc)	48	
<b>Figura 23:</b> Variable (PR), suelo (A)	49	
<b>Figura 24:</b> Diagrama de cajas y bigotes de la variable (RP), suelo (FAc)	50	
<b>Figura 25:</b> Diagrama de cajas y bigotes de la variable (RP), suelo (A)	51	
<b>Figura 26:</b> Variable (PM), suelo (FAc)	<b>Figura 27:</b> Variable (PM), suelo (A)	52
<b>Figura 28:</b> Variable (NM), suelo (FAc)	<b>Figura 29:</b> Variable (NM), suelo (A)	53
<b>Figura 30:</b> Variable (ND), suelo (FAc)	<b>Figura 31:</b> Variable (ND), suelo (A)	54
<b>Figura 32:</b> Variable (CUM), suelo (FAc)	<b>Figura 33:</b> Variable (CUM), suelo (A)	55
<b>Figura 34:</b> Variable (CMS), suelo (FAc)	<b>Figura 35:</b> Variable (CMS), suelo (A)	56
<b>Figura 36:</b> Variable (NH), suelo (FAc)	<b>Figura 37:</b> Variable (NH), suelo (A)	57
<b>Figura 38:</b> Variable (ER), suelo (FAc)	<b>Figura 39:</b> Variable (ER), suelo (A)	58
<b>Figura 40:</b> Variable (CS), suelo (FAc)	<b>Figura 41:</b> Variable (CS), suelo (A)	59

<b>Figura 42:</b> Variable (RVI), suelo (FAc)	<b>Figura 43:</b> Variable (A), suelo (A)	60
<b>Figura 44:</b> Variable (RVF), suelo (FAc)	<b>Figura 45:</b> Variable (RVF), suelo (A)	61
<b>Figura 46:</b> Variable (Ret), suelo (FAc)	<b>Figura 47:</b> Variable (Ret), suelo (A)	62
<b>Figura 48:</b> Curvas del (EE) en el suelo (FAc)		63
<b>Figura 49:</b> Curvas del (EE) en el suelo (A)		63



## 1. 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 (FAOSTAT, 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 (CFN, 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 (Clúster BANANO, 2018); en el año 2019 se llegó a producir 310.000 cajas de banano orgánico semanales (a.e.b.e, 2019).

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, y otros, 2005).

En la presente investigación se implementó una fertilización orgánica amigable con el medio ambiente en bajas dosis de Biocarbón con Microorganismos de Montaña en

combinación, consiguiéndose aumentar la productividad (número de cajas) por unidad de producción, resistencia a plagas y enfermedades, garantizando una alta productividad del cultivo.

### **OBJETIVO GENERAL**

Incrementar el número de cajas y la resistencia a plagas y enfermedades del cultivo de banano mediante la aplicación de bio carbón y microorganismos de montaña.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el tiempo de cosecha y la conversión en plantas de banano tratadas con biocarbón y microorganismos de montaña.
- Determinar el estado evolutivo y el número de hojas a la cosecha en plantas de banano tratadas con biocarbón y microorganismos de montaña.
- Analizar los costos de los tratamientos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. ORIGEN DEL BANANO.**

El origen del banano en el mundo aparentemente centra su ubicación en el sudeste de Asia en los países de Indonesia, Filipinas, India, Malasia y Papúa Nueva Guinea es aquí en esta isla donde se evidencia el cultivo de banano más antiguo ubicado en el sitio de Kuk en el Valle de Wabgi que datan hace unos 10.000 años de edad. Con el pasar de los años el banano y la migración humana han viajado conjuntamente: como primer punto desde el Sudeste Asiático y Papúa Nueva Guinea llevándolo hasta las penínsulas de Indostán y de América; como segundo punto los comerciantes árabes y persas lo llevaron desde el Sudeste Asiático hasta Oriente Próximo, Oriente Medio trasladándolos a África y Europa; finalmente hacia las Islas del Caribe y el Nuevo Mundo por los exploradores y colonizadores (INFOCOMM, 2010).

### **2.2. IMPORTANCIA DE BANANO EN EL MUNDO Y EL ECUADOR**

Según el último informe de la FAO (2018) en el mundo hay un área estimada de 5,728,680 ha cultivadas con una producción de 115,737,861 toneladas. El banano es un cultivo perenne que su crecimiento es rápido que puede ser cosechado en todo el año, provee el ingreso a familias de forma directa e indirecta siendo un producto de primera necesidad como el arroz, maíz, tomate, papa, vendido en muchos países del mundo por el gran contenido de nutrientes que aporta, su producción está destinada a diversos mercados abarcando todas las necesidades del consumidor (FAO, 2004).

FAO informa que en El Ecuador en el año 2018 hubo un área de 161,583 ha cultivadas de banano con una producción de 6,505,635 toneladas, siendo el tercer cultivo de mayor producción después de las frutas primarias y la caña de azúcar.

El Ecuador es el país que más exportaba banano en todo el mundo y el de mejor calidad, dado a esos factores el comercio bananero ofrece empleo a unas 380,000 personas de forma directa en todo el país (FAO, 2004). En la actualidad la producción de banano orgánico tiene una gran importancia porque favorece la comercialización de la fruta, que influye de manera positiva en los productores, trabajadores, medio ambiente además en los consumidores por la relación costo - beneficio, no a la utilización de agroquímicos y no contaminan la naturaleza (Capa, Alaña, & Benítez, 2016).

### 2.3.PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE BANANO.

Por región a nivel mundial de producción está en primer lugar Asia 51.5%, América 29.3%, África 17.3%, Oceanía 1.5% y final esta Europa 0.5%. en forma descendente los países que más producen banano esta: India, China, Brasil, Ecuador, Filipinas, Indonesia, Ruanda, Colombia, Costa Rica y Guatemala.

*Tabla 1: Producción (t) de banano por región. Fuente; (FAOSTAT, 2020)*

<b>Región</b>	<b>Producción (t)</b>
Asia	45,637,372.12
America	25,942,407.16
África	15,358,353.92
Oceanía	1,306,775.16
Europa	409,313.68

*Tabla 2: Principales países productores (t) en el mundo. Fuente; (FAOSTAT, 2020)*

<b>Países</b>	<b>Producción (t)</b>
India	21,09,978
China	7,364,880
Brasil	6,458,091.52
Ecuador	6,298,660.92
Filipinas	6,228,403.76
Indonesia	5,248,210.2
Ruanda	2,529,074

Colombia	2,273,041.16
Costa Rica	2,216,714.56
Guatemala	2,205,149.8

## 2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO

*Tabla 3: Clasificación taxonómica, elaborado por el Autor*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	<i>M. x paradisiaca</i>

## 2.5. FENOLOGÍA DEL CULTIVO.

### 2.5.1. Fase vegetativa

- **Fase juvenil.** – También llamado fase de retoño dependiente dado que durante esta etapa el hijo está bajo la dominancia de la planta madre, esta característica se la visualiza por la emisión de hojas cortas, lanceoladas, limbo estrecho con un aproximado de 10 cm de ancho denominado hojas F10, que periódicamente aumentan de tamaño por cada emisión foliar (Robinson & Galán, 2012).

- **Fase vegetativa independiente.** – Esta fase se la manifiesta cuando el hijo o retoño emiten su primera hoja completa, esto es la relación entre largo-ancho de la misma por ello se denomina hojas completamente desarrolladas u hojas ortogonales, es aquí cuando los hijos comienzan a desarrollar el proceso de la fotosíntesis (Robinson & Galán, 2012).
- **Fase aparentemente vegetativa.** – Inicia en el momento floral cuando aún en el interior del seudotallo hay entre 11 y 12 hojas que después saldrán de la planta mientras que la inflorescencia sale del interior del seudotallo (Robinson & Galán, 2012).

### **2.5.2. Fase reproductiva**

Esta es la etapa final donde termina la emisión foliar y comienza a salir la inflorescencia o bellota, luego llenado del racimo esto que dependerá de su nutrición y conjuntamente del número de hojas funcionales (Martínez & Cayón, 2011).

## **2.6.MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE BANANO**

### **2.6.1. Sistema radicular**

Está conformado por gran cantidad de raíces: primarias, secundarias y terciarias las que cumplen de función de sostén o anclaje y la absorción agua y nutrientes para su completo desarrollo (Torres, 2012). Puede llegar de manera vertical hasta los 1,5 m de profundidad de manera horizontal fácilmente alcanzan hasta los 3 m, su diámetro oscila entre 5 a 8 mm. Las raíces de banano son muy frágiles y su capacidad de penetración en el suelo está completamente relacionada a la textura, estructura del suelo y la humedad que pueda ver (GÓMEZ, 2008).



*Figura 1: Sistema radicular superficial del banano*  
*Fuente: Autor*

### **2.6.2. Ceba o cormo**

Es la parte vegetativa en que se origina las yemas donde emerge la planta madre sufriendo cambios de los tejidos vegetales, cada planta madre en su zona interna se originan las raíces y nuevas yemas que serán los hijos dando una continua sucesión de retoños creciendo en la base del cormo de la madre, este hijo dependerá su crecimiento de la planta madre hasta que este hijo produzca hojas completas (GÓMEZ, 2008).



*Figura 2: Cormo de planta de banano*  
*Fuente: Autor*

### **2.6.3. Hojas**

Las hojas se originan en la parte central interior de pseudotallo donde emerge la hoja en forma de cigarro, es una de las partes más importantes de la planta ya que esta realiza los procesos fotosintéticos, tiene una coloración verde oscuro en el haz y tono verde claro en el envés, una hoja adulta completamente formada está compuesta de: vaina, peciolos, nervadura y limbo. Las longitudes de la hoja pueden variar mucho

dependiendo del clon de banano entre: 0,7 a 1 m de ancho y 3 a 4 m de largo (GÒMEZ, 2008).



*Figura 3: Hojas de la planta de banano*  
*Fuente: Autor*

#### **2.6.4. Inflorescencia o bellota**

Conocida como bellota por los agricultores, se origina de la parte interna del cormo en el cual va ascendiendo por el centro de pseudotallo hasta emerger entre las hojas, en este proceso sufre una transformación que dan origen al número de manos y dedos. Tiene dos tipos de flores: las femeninas que se forman en grupos de dos filas una encima de otra que se conoce como “mano”, las flores masculinas forman una estructura que se ubican en la parte final del racimo llamado “cucula” (Torres, 2012).



*Figura 4: Inflorescencia del banano*  
*Fuente: Autor*

#### **2.6.5. Fruto**

El fruto es una baya que no posee semillas, es carnoso y suave compuesto de 3 carpelos; son los últimos órganos florales que aparecen fusionándose para dar forma al estilo y al estigma. Al inicio el fruto posee filos en su corteza y progresivamente pasan los días se



va engrosando de forma cilíndrica aumentando los niveles de azúcares y almidones. El tiempo que tarda en desarrollarse es de 10 a 13 semanas en buenas condiciones y una buena nutrición desde las etapas inicial de la planta, esto influirá en el tamaño del racimo y de los dedos (Torres, 2012).



*Figura 5: Racimo y frutos del banano*  
*Fuente: Autor*

## **2.7.CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE BANANO**

### **2.7.1. Altitud**

Según (AGROCALIDAD, 2016), recomienda cultivar en zonas entre 0 – 300 msnm, en zonas más altas el ciclo vegetativo se alarga y por debajo del nivel del mar tener en cuenta que no sean zonas inundables y que tengan un buen sistema de drenaje para la evacuación del agua.

### **2.7.2. Precipitación**

El requerimiento hídrico en el cultivo de banano es muy alto entre 120 a 180 mm de lluvia por mes o 1.800 a 3.000 mm bien distribuidos durante todo el año, debido a que el 85 – 88% del peso de la planta es agua (Soto, 2014).

### **2.7.3. Temperatura**

El rango adecuado va desde los 20 -35,5 °C por debajo a esa temperatura el desarrollo de la planta se nota considerablemente afectado y a temperaturas superiores se no se observados efectos negativos siempre y cuando no halla escases de agua en el suelo (AGROCALIDAD, 2016).

#### **2.7.4. Humedad relativa**

Para el cultivo de banano se recomienda que la humedad relativa no sobrepase el 80% por el motivo que favorece al desarrollo de enfermedades fungosas (Torres, 2012)

#### **2.7.5. Luminosidad**

Requiere una gran cantidad de horas directas, se recomienda entre 1.000 a 1.500 horas luz al año. A mayor hora luz es mejor para la producción. Si el cultivo permanece sombrado, baja intensidad de luz, nubosidad, el ciclo vegetal de la planta se alarga en condiciones de baja luminosidad (Soto, 2014).

#### **2.7.6. Suelos**

Según (GÓMEZ, 2008) es uno de los factores determinantes porque es ahí donde se va a desarrollar el cultivo; se puede adaptar a muchas clases texturales: franco arenoso, franco limoso, franco arcillo limosa, franco arcilloso, especialmente en suelos con alta retención de humedad.

La profundidad efectiva mínima del suelo debe ser de 1 m, siendo las óptimas superiores a 1,5 m, el pH optimo debe ser de 6,5 pero se puede desarrollar entre un rango de 5,6 hasta 7,4. Preferente deben utilizarse suelos planos para facilitar la construcción de empacadoras, funiculares, sistema de riego y drenajes, la salinidad en el suelo puede ser muy desfavorable ya que el cultivo de banano es muy sensible y la conductividad eléctrica no debe ser mayor a 1 dS/M (AGROCALIDAD, 2014).

### **2.8.MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO.**

#### **2.8.1. Siembra**

Su reproducción es de forma asexual por que las plantas de banano comerciales no contienen semillas, se puede sembrar utilizando cormos, pero esta labor es muy poco manejada teniendo en cuenta e identificar la dirección en que tienen que salir las yemas orientadas hacia un lado, además se debe ordenar por tamaño al ser sembrados para tener una mejor uniformidad al momento de que emerja la planta (Torres, 2012).

En la actualidad con los avances tecnológicos gracias a la biotecnología se pueden crear plantas con tejidos meristemáticos de cualquier clon que se desee plantar teniendo una mejor uniformidad en todas las plantas.

El hoyo debe ser de 40 cm de diámetro \* 40 cm de profundidad, al colocar el cormo o planta meristemática presionar para no dejar espacios libres evitando la pudrición por encharcamiento. Se debe asegurar que el suelo tenga la humedad y nutrición suficiente para que la planta tenga un buen desarrollo en su etapa inicial (Torres, 2012).



**Figura 6:** Cormo colocado en el hoyo para ser plantado  
**Fuente:** Autor

### **2.8.2. Riego**

El agua es un recurso básico para el banano estando relacionado directamente con la productividad y calidad de la fruta, pudiendo utilizarse diferentes sistemas de riego como gravedad, aspersión, microaspersión o goteo (AGROCALIDAD, 2016). Entre 85% - 88% de su peso está constituido por agua, por su naturaleza la planta de banano es herbácea y posee abundante área foliar, debido a esto requiere grandes cantidades de agua (Torres, 2012).



**Figura 7:** Sistema de riego Gran Cañón  
**Fuente:** Autor

### 2.8.3. Fertilización

Tener en cuenta que en el suelo debe presentar un equilibrio en la disponibilidad y el balance de los elementos nutricionales que utiliza la planta para la fase vegetativa, desarrollo de raíces y del pseudotallo (Vivas, Robles, González, Álava, & Meza, 2017), la nutrición de banano se puede dividir en dos grandes grupos: los macroelementos que son aquellos que la planta los requiere en grandes cantidades como el Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Azufre (S); y los microelementos como el Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl), que son aquellos que la planta necesita en menos cantidad y pueden ser aplicados de forma foliar (Torres, 2012).

### 2.8.4. Deshoje

Esta práctica cultura se enfoca en eliminar las hojas dobladas, secas e infectadas por sigatoka se la realiza lo más apegada al pseudotallo, en algunas hojas se hace el corte de las puntas y la cirugía que consiste cortar solo la parte infectada. Una planta a lo largo de todo su ciclo vegetativo hasta la aparición de la bellota puede emitir entre 36 a 40 hojas (Torres, 2012).



*Figura 8: Hoja doblada, debe ser deshojada*  
*Fuente: Autor*

### 2.8.5. Deshije

Es una de las labores más importante dentro del cultivo de banano, de ella dependerá directamente de producción como también la secuencia de madre-hijo-nieto, se realiza en seleccionar la yema mejor ubicado y mejor vigor. En algunas plantas se puede dejar

2 o 3 hijos de una planta madre, pero el más recomendable es solo dejar 1 hijo de cada planta. Esta práctica debe de ser constante con un lapso de tiempo de 8 a 10 semanas regresar al mismo punto (Torres, 2012).



*Figura 9: Planta deshijada*  
*Fuente: Autor*

#### **2.8.6. Deshermane**

Consiste en identificar y seleccionar la futura planta madre eliminando al ras de suelo los llamados hermanos que no tengan vigor para una buena producción. Esta labor cultura es similar al deshije, pero se efectúa después de los 4 meses de la siembra o también donde se ha hecho una resiembra dentro de una plantación ya establecida (Torres, 2012).



*Figura 10: Planta deshermanada*  
*Fuente: Autor*

### 2.8.7. Deschante

Consiste en eliminar la parte seca de las vainas del pseudotallo con un machete las que se desprendan fácilmente, nunca cortar o desgarrar las partes verdes por que puede ocasionar lesiones y deshidratación de la planta (Torres , 2012).



*Figura 11: Planta deschantada*  
*Fuente: Autor*

### 2.8.8. Manejo de arvenses

El control de malezas en el cultivo de banano se utilizan algunos métodos como: control cultural que consiste el uso de cubiertas vegetales y restos de cosecha, control manual y mecánico que consiste en el uso de machete o equipos mecánicos “moto guaraña” y el control químico que consiste la aplicación de herbicidas que ha sido el más utilizado por muchos años (QUINTERO & CARBONÓ, 2015).

### 2.8.9. Enfunde

Esta labor consiste en la protección de racimo con una funda plástica perforada, se la realiza cuando a bellota forma un ángulo de 45 grados para evitar la acumulación de agua en el racimo, aumenta la calidad de la fruta, reduce el daño de cicatrices pro hojas e insectos, evitar el quemado de las manos por el sol, crea un microclima dentro de la funda aumentando el peso - grosor y reduce el tiempo de cosecha del racimo (Torres, 2012).



**Figura 12:** Bellota enfundada  
**Fuente:** Autor

### **2.8.10. Encintado**

Esta labor se la realiza conjuntamente con el enfunde consiste en colocar una cinta de color cada semana, que ayudara a llevar el control de edad del racimo al momento de la cosecha.



**Figura 13:** Encintado para control de edad  
**Fuente:** Autor

### **2.8.11. Desflore**

Consiste en eliminar los residuos florales femeninos, se la realiza alzando la funda y suavemente pasar la mano por la flor y esta que se desprenda sin mayores esfuerzos solo en las manos que se caigan las flores, esta labor se la deberá realizar 2 o 3 veces al mismo racimo hasta que todas sus manos queden sin flor. Si esta labor se la realiza a tiempo, el látex que sale no se pegara en los dedos, pero si se la realiza después de tiempo el látex será más viscoso y pegajoso conllevando a que cause daños en el rechazo de la fruta en la empacadora (Torres, 2012).



**Figura 14:** Desflore de racimo  
**Fuente:** Autor

### **2.8.12. Cirugía de laterales**

Consiste en eliminar 1 o 2 dedos externos de cada lado de la mano, consiguiendo una mejor calidad de los dedos, ya q los dedos curvos son desechados por que dificultan al momento del empaque o llamado “embalaje” (Torres, 2012).



**Figura 15:** Cirugía de laterales de cada mano  
**Fuente:** Autor

### **2.8.13. Deschive**

Esta labor cultural conjuntamente se la realiza con la cirugía de laterales, consiste en la poda de las manos inferiores con la finalidad de obtener una buena longitud y grados de los dedos para nivel de exportación manteniendo una uniformidad de racimo de arriba hacia abajo (Torres, 2012). Para labor se tiene algunas modalidades dependiendo el número total de manos del racimo que son: falla (+2, +3, 4), estas son las más comúnmente utilizadas en el Ecuador, la modalidad del deschive se la realiza según el tamaño del racimo.





**Figura 16:** *Deschive de racimo, falla +3*  
**Fuente:** *Autor*

#### **2.8.14. Protección de mano**

Consiste en proteger cada mano del racimo para que no halla rose entre ellas preservando la calidad de la fruta, esta práctica se la realiza después del deschive y desflore (Torres, 2012). La utilización de estos protectores que son elaborados son plásticos, protectores de espuma de polietileno y paipas, lo cual estos productos son degradación lenta que muchas de las veces son botadas en canales de agua, drenajes, linderos u otros espacios provocando contaminación al medio ambiente (Gabino, Quevedo, & García, 2019).



**Figura 17:** *Racimo protegido con discos*  
**Fuente:** *Autor*

#### **2.8.15. Cosecha**

La importancia de esta labor que es la cosecha o día de corte es donde se todos los trabajadores deben de tener concienciación de lo que están realizando para mantener la calidad de la fruta, al no maltratar el racimo. Para realizar esta labor de debe tener en cuenta estos dos aspectos: edad del racimo y calibración del fruto, para esto se debe

poner a personas que tengan experiencia y practica para el corte del racimo, y personas para el arrume y garruchero (Torres, 2012).

#### **2.8.16. Poscosecha**

Este proceso este compuesto de algunas labores que comienza al momento que los racimos llegan a la empacadora con: contabilidad de racimos, control de calidad, desmane, seleccionador o picado, pasado y clasificado, fumigación, etiquetado, empacado, tapado y estibado (AGROCALIDAD, 2016).

### **2.9.BIOCARBÓN**

El biocarbón es un producto orgánico conocido desde hace muchos años, que en la actualidad a llamando la atención de muchos investigadores que buscan conocer todos sus usos y bondades que pueden beneficiar a la agricultura (Cuenca Rivera, Quevedo Guerrero, & García Batista, 2019). Basado en la descomposición térmica de productos de materiales orgánicos (biomasa) con un mínimo de suministro de oxígeno llamado proceso de “pirólisis”, en temperaturas relativamente bajas inferiores a los 700 °C (Escalante Rebolledo, y otros, 2016).

La composición química del biocarbón es muy similar al carbón producido para los combustibles, sin embargo, el biocarbón contiene una reacción más alta de O/C que el carbono mineral, debido al proceso de pirolisis que involucra reacciones a la descomposición de la biomasa, como son la celulosa, hemicelulosa y lignina, que son unos de los componentes importantes de los residuos orgánicos de los cultivos (Escalante Rebolledo, y otros, 2016).

El biocarbón es un producto orgánico que sirve para mejorar el suelo, al dióxido de carbono lo remueve eficazmente de la atmosfera, producido a partir de residuos vegetales urbanos, agrícolas y silvícolas, que ayuda a combatir los daños del cambio climático que se presentan en la actualidad, evitando el uso de combustibles fósiles, evitando drásticamente las emisiones de óxidos nitrosos y no secuestrar el carbón de los depósitos del suelo (Fiallos Ortega, y otros, 2015).

La aplicación de biocarbón al suelo posee los efectos: retención de nutrientes, aumento de la capacidad de intercambio catiónico CIC, disminución de metales pesados en el suelo, mejora la actividad biológica en el suelo favoreciendo el secuestro de carbono,

incremento de biomasa vegetal, mejora la disponibilidad de nutrientes a la planta, evita la degradación del suelo, mejora el sistema radicular de las plantas (Tuz, 2018).



*Figura 18: Biocarbón molido*  
*Fuente: Autor*

## **2.10. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA**

La funcionalidad de los microorganismos de montaña en la agricultura, está relacionada a una serie de factores bióticos entre la competencia con otros microorganismos, la actividad microbiana del suelo, la relación simbiótica entre planta – microorganismos y viceversa. Todo esto está relacionado con los factores abióticos como el clima, propiedades físicas – químicas del suelo, que influyen directamente a la interacción de los microorganismos con las plantas (Cano, 2011). Los MM de gran importancia representan una estrategia ecológica para el desarrollo de la agricultura buscando practicas claves del manejo de nutrientes, enfermedades y plagas, como un enfoque a la reducción de insumos químicos aplicados en los cultivos y mejorar el rendimiento de los sistemas productivos. Los beneficios que aportan la aplicación de los microorganismos son: aumentar la fijación de nitrógeno atmosférico, capacidad de absorción de nutrientes, mejoramiento de la estructura del suelo, incidencia del crecimiento de raíces, control biológico de plagas y enfermedades (Alvarez, Tuca, Quispe, & Meza, 2018).



*Figura 19: Colonias de MM*  
*Fuente: Autor*

## 2.11. FOSSIL SHELL AGRO

Fertilizantes orgánico cuyo ingrediente activo es la Tierra de Diatomeas con alto contenido de Silicio (S), que se encuentran en acuíferos que al secarse se mineralizan en rocas, este producto puede ser mezclado con cualquier tipo de fertilizante ya sea químico u orgánico, aporta una gran cantidad de beneficios con su aplicación edáfica como: aumento de la productividad, remediación a la degradación del suelo, mejoramiento de la estructura del suelo, resistencia a la erosión hídrica y eólica, disminución de lixiviación de macroelementos como N-P-K, aumenta la acción de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) y disminuye la toxicidad de Aluminio (Al) en suelo ácidos. (Tuz, 2018). Posee más de 14 minerales y microelementos básicos e importantes que aportan al desarrollo nutricional de las plantas aumentando su vigor. (Quevedo, Delgado, Tuz, & García, 2019)

*Tabla 4: Contenido de nutrientes del Fosill Shell Agro*

<b>Sílice</b>	84.4%
<b>Boro</b>	0.16%
<b>Calcio</b>	0.42%
<b>Oxido de calcio</b>	0.55%
<b>Cobre</b>	0.001%
<b>Cloruros</b>	0.074%
<b>Estroncio</b>	0.04%
<b>Fósforo</b>	0.04%
<b>Galio</b>	0.002%
<b>Hierro</b>	0.72%
<b>Magnesio</b>	0.31%
<b>Oxido de magnesio</b>	0.34%

<b>Manganeso</b>	0.005%
<b>Potasio</b>	0.18%
<b>Sodio</b>	0.26%
<b>Sulfatos y Sulfuros</b>	0.06%
<b>Titanio</b>	0.20%
<b>Aluminio</b>	0.65%
<b>Vanadio</b>	0.002%
<b>Zirconio</b>	0.005%
<b>Zinc</b>	0.002%

## **2.12. SULFATO DE POTASIO**

El cultivo de banano requiere nutrientes durante sus diferentes etapas fenológicas, siendo el potasio el que más necesita, aproximadamente  $400 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*año}$ , lo cual implica que se debe cubrir todo el requerimiento para obtener una buena calidad de la fruta (López & Espinosa, 1998). El potasio actúa en la abertura y cierre de estomas, activador en el metabolismo de las proteínas y carbohidratos (Quevedo, Delgado, Tuz, & García, 2019). El Sulfato de Potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) es un fertilizante inorgánico muy utilizado a nivel mundial porque no contiene cloruros, está compuesto de un 50 % de óxido de potasio y de 18 % de azufre, este fertilizante genera muchos beneficios como: mayor rendimiento, mayor tolerancia al estrés, incide en el balance de agua y el crecimiento meristemático, mejora la calidad del fruto y el valor nutritivo (Muschietti, 2011).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. Localización del ensayo**

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.

##### **3.1.2. 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.

##### **3.1.3. Materiales de campo**

- Etiquetas
- Flexómetro
- Calibrador
- Balanza
- Machete
- Podón
- Palín
- Cámara fotográfica
- Hojas de apunte
- Garruchas
- Cunas
- Desmanador o cuchareta

- Cinta de colores
- Fundas

### 3.1.4. 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.

### 3.1.5. Tratamientos

Las 100 plantas se dividieron en grupos: 50 plantas en un sector de clase textural franco arcilloso FAc y 50 plantas en clase textural Arenosa A, donde se realizaron 5 tratamientos.

*Tabla 5: Descripción de los tratamientos planteados*

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 Fossil 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

### **3.1.6. Factores evaluados**

- Peso de racimo (PR)
- Peso de raquis (PRq)
- Ratio Procesado (RP)
- Peso de la Mano (PM)
- Numero de Manos (NM)
- Numero de Dedos (ND)
- Calibración ultima mano (CUM)
- Calibración mano del sol (CSM)
- Número de Hojas (NH)
- Estado evolutivo (EE)
- Edad Racimos (ER)
- Crecimiento Semanal cm (CS)
- Porcentaje de raíces vivas al inicio al inicio de la investigación (RVI)
- Porcentaje de raíces vivas al final de la investigación (RVF)
- Retorno (Ret)



## **3.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.1. Planteamiento del diseño experimental**

Para esta investigación se planteó un diseño de bloques completamente al azar con un número igual de repeticiones en el campo.

- **Hipótesis nula:** La aplicación de biocarbón y microorganismos eficientes de los tratamientos planteados no incrementa la producción ni la resistencia a plagas y enfermedades en el cultivo de banano.
- **Hipótesis alternativa:** La aplicación de biocarbón y microorganismos eficientes de los tratamientos planteados incrementa la producción y aumenta la resistencia de plagas y enfermedades en el cultivo de banano.

### **3.2.2. Captura y reproducción de microorganismos de montaña**

- 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 un 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 son 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 dresch o en el riego de agua.

### **3.2.3. 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, danto 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, danto 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, danto 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.

### **3.2.4. 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 realizo una persona de la hacienda semanalmente.

**Deshije y deschante.** – Estas labores fueron realizas 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, están labores se la realizaba cada 8 semanas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. ANOVA de un factor de las variables de obtenidas de la investigación.

El análisis de ANOVA de un factor Tabla 6 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.

*Tabla 6: ANOVA de un factor en el suelo; Franco arcilloso*

Variables	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
-----	-------

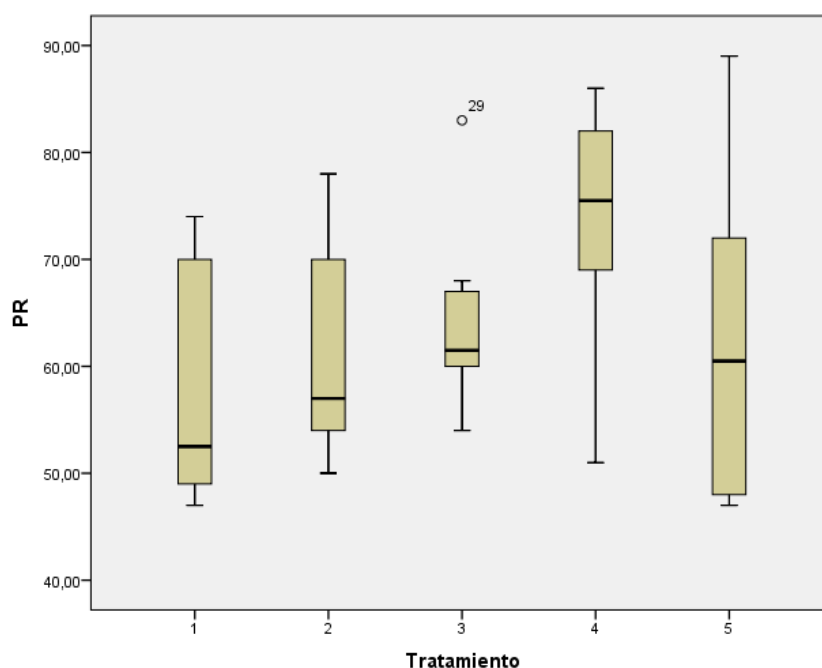
El análisis de ANOVA de un factor Tabla 7 en el suelo A muestra que existe significancia porque sus valores son menores al valor ( $p=0.05$ ) en algunas variables como: PRq, RP, ND, RVI y RVF; dando a conocer que si hay diferencia entre los tratamientos, mientras que en las variables: PR, PM, NM, CMU, 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 7:** ANOVA de un factor en el suelo; Arenoso

Variables	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

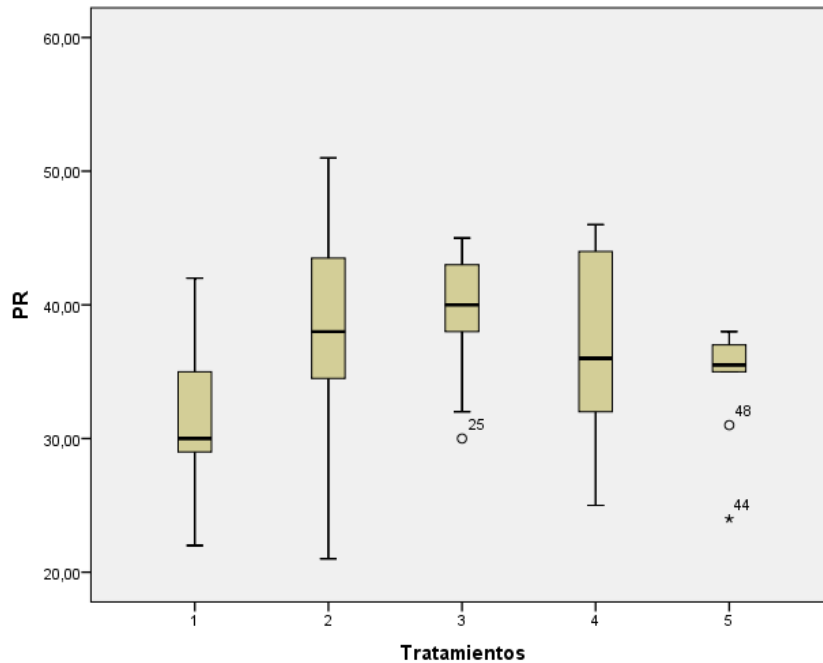
RVI	0.000
RVF	0.000
Ret	0.103

#### 4.2. Peso de Racimo (PR).



*Figura 20: Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (FAc)*

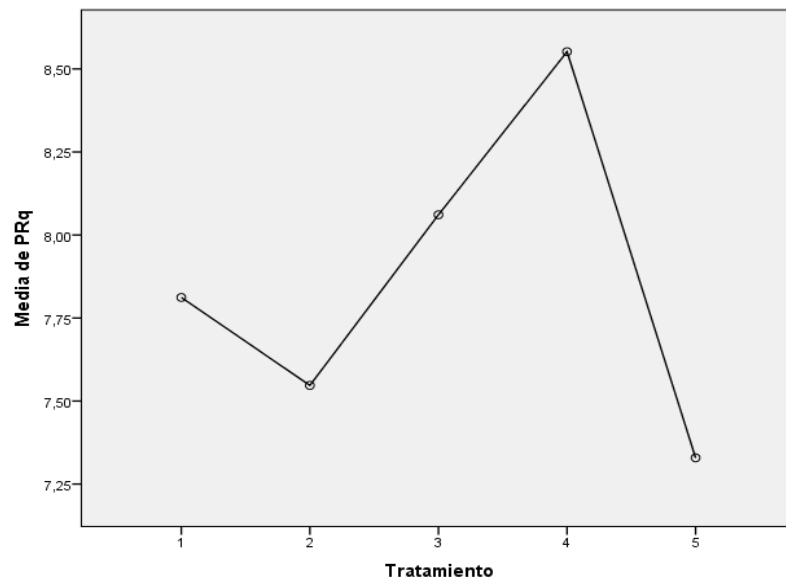
La figura 20 del suelo FAc muestra el peso de los racimos de todos los tratamientos, según el análisis estadístico ANOVA **Tabla 6** refleja que hay diferencia entre ellos; donde el T4 es el mejor de todos el cual posee la media más alta con 73.90 lb el cual obtuvo una fertilización en el pseudotallo 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 está 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 en relación con el tratamiento testigo T1 que obtuvo una media de 58 lb.



**Figura 21:** Diagrama de cajas y bigotes en la variable (PR), suelo (A)

La figura 21 nos muestra el peso de racimo en el suelo A y según el análisis estadístico ANOVA (**Tabla 7**) 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.

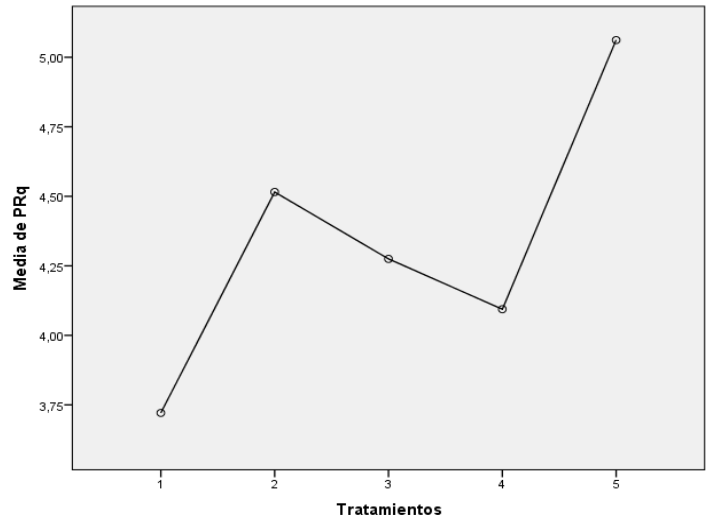
### 4.3. Peso de Raquis (PRq)



*Figura 22: Variable (PR), suelo (FAc)*

Según (Tuz, 2018) la aplicación de biocarbón + MM no presentan diferencias significativas en el peso del raquis, como se muestra la Figura 22 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.

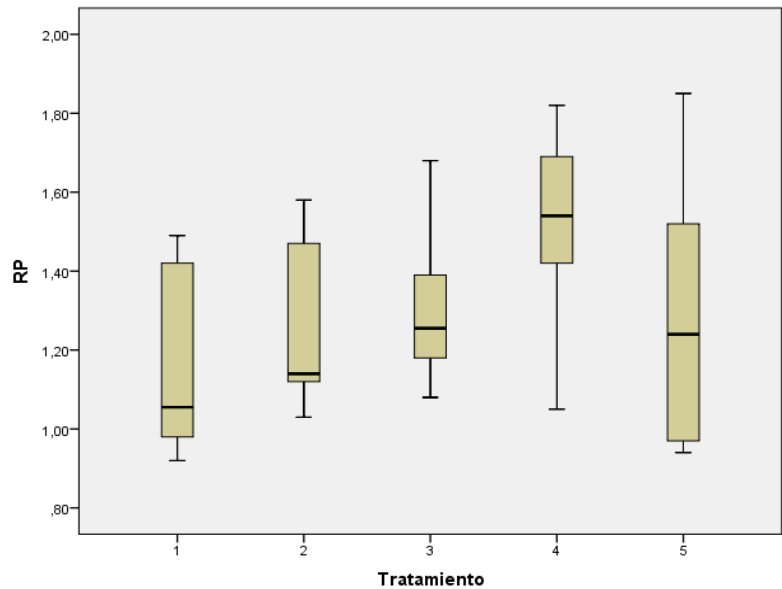




**Figura 23:** Variable (PR), suelo (A)

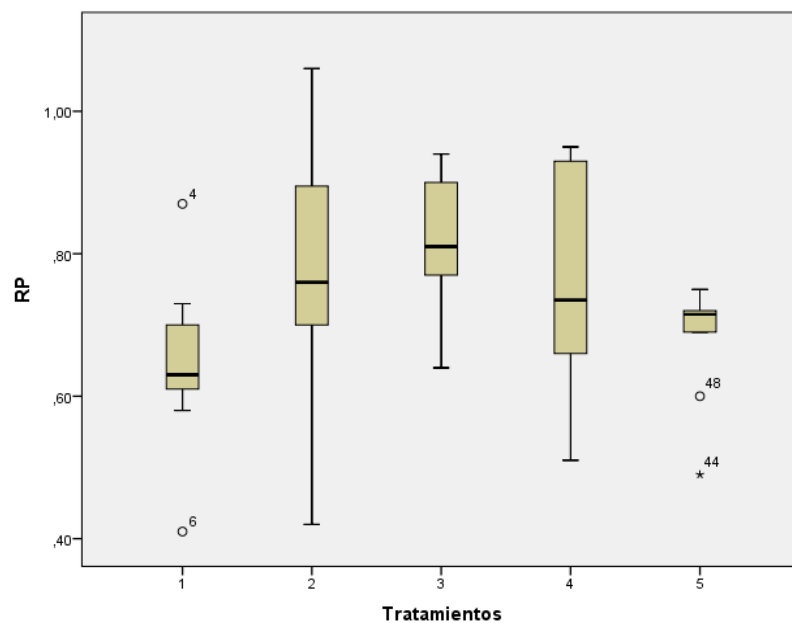
Mencionando que el peso del raquis en el suelo A si presenta diferencia significativa entre los tratamientos dado que el valor obtenido fue menor a 0.05 reflejado en la **Tabla 7**, de igual manera la Figura 23 muestra el peso del raquis con resultados de: T5 con 5.06 lb siendo el tratamiento que mayor peso obtuvo, T2 con 4.52 lb, T3 con 4.28 lb, T4 con 4.09 lb y T1 con 3.72 lb.

#### 4.4.Ratio Procesado (RP)



**Figura 24:** Diagrama de cajas y bigotes de la variable (RP), suelo (FAc)

Según (Tenesaca, Quevedo, & García , 2019) en su investigación manifiestan que el ratio no representa significancia entre los tratamientos, pero como se muestra la Figura 24 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, Delgado, Tuz, & García, 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

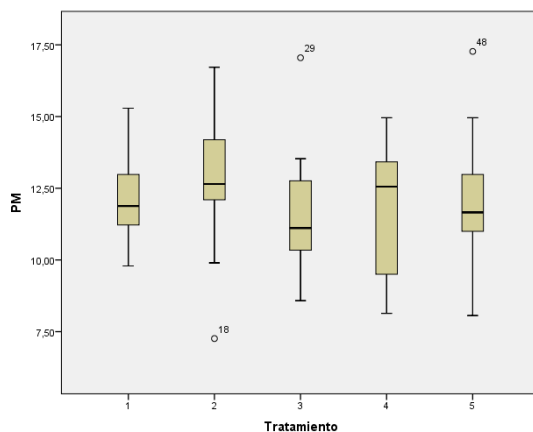


**Figura 25:** Diagrama de cajas y bigotes de la variable (RP), suelo (A)

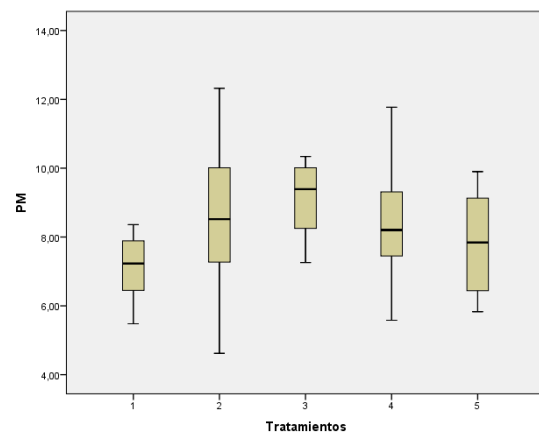
Como se observa la Figura 25 la variable de Ratio Procesado en el suelos A donde el análisis estadísticos ANOVA mostro diferencia significativa entre los tratamientos, donde el T3 con una media de 0.81 fue el mejor de todos, seguido de T2 con 0.79

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.

#### 4.5. Peso de mano (PM)



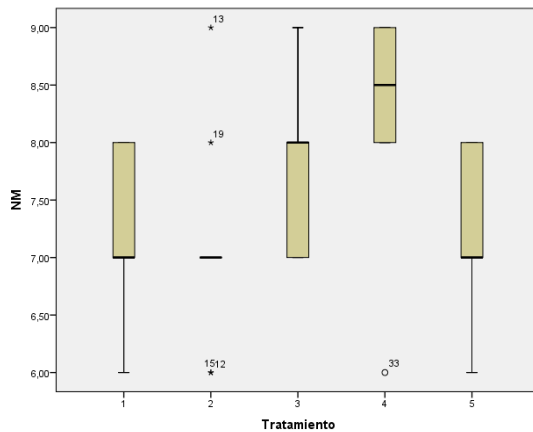
**Figura 26:** Variable (PM), suelo (FAC)



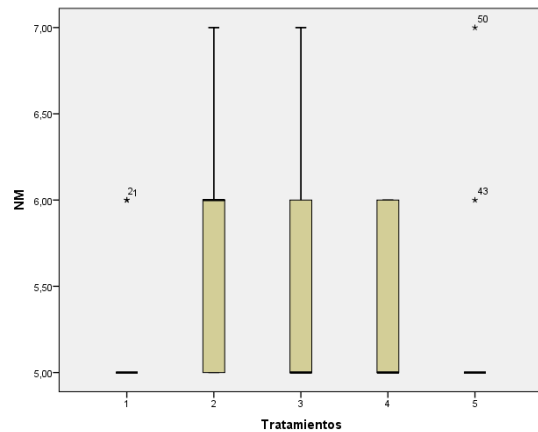
**Figura 27:** Variable (PM), suelo (A)

Como muestra la **Tabla 6** y **Tabla 7** del análisis estadístico 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 26 que las medias de todos los tratamientos fueron superiores a 11.5 lb mientras que en la Figura 27 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.

#### 4.6. Número de manos (NM)



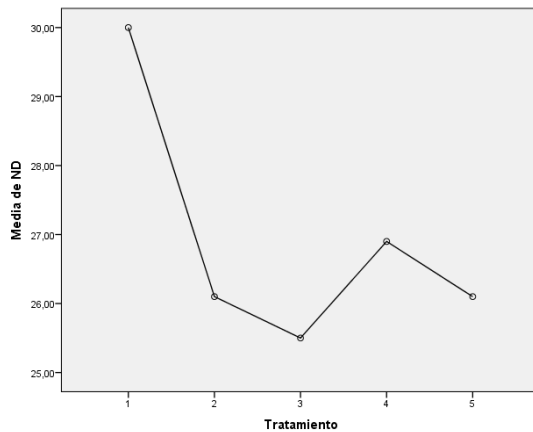
**Figura 28:** Variable (NM), suelo (FAc)



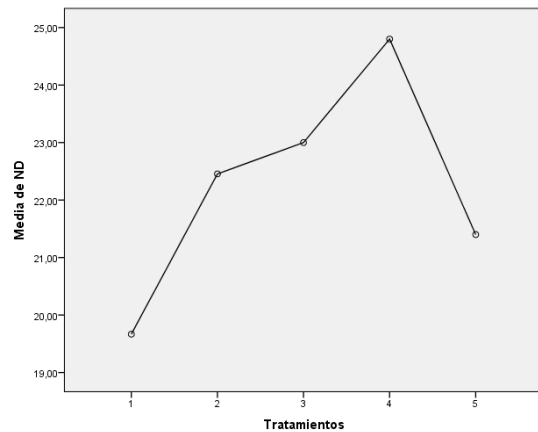
**Figura 29:** Variable (NM), suelo (A)

Los resultados de ANOVA arrojan que el suelo FAc (**Tabla 6**) presenta diferencia significativa y en el suelo arenoso no existe diferencia entre los tratamientos (**Tabla 7**). Se observa en la Figura 28 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, fue el que se aplicó la maceración en el pseudotallo el cual no se corta el tallo cosechado, aumentando la producción corroborando lo 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 29 muestra pese a no 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.

#### 4.7. Número de dedos de la mano del sol (ND)



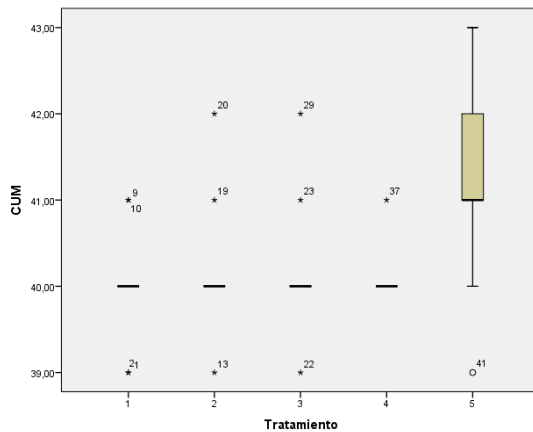
**Figura 30:** Variable (ND), suelo (FAc)



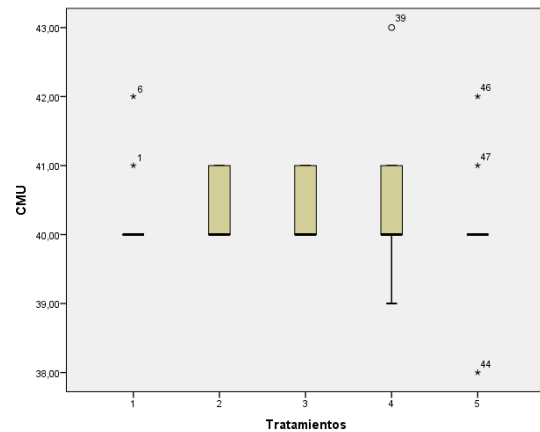
**Figura 31:** Variable (ND), suelo (A)

Según la **Tabla 6** y **Tabla 7** para el suelo FAc no muestra significancia corroborando lo que dice (Tenesaca, Quevedo, & García, 2019) pero a excepción para el suelo (A) si existe diferencia significativa entre los tratamientos. En la Figura 30 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 31 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 las figuras 30 y 31 que 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.

#### 4.8. Calibración de la última mano (CUM)



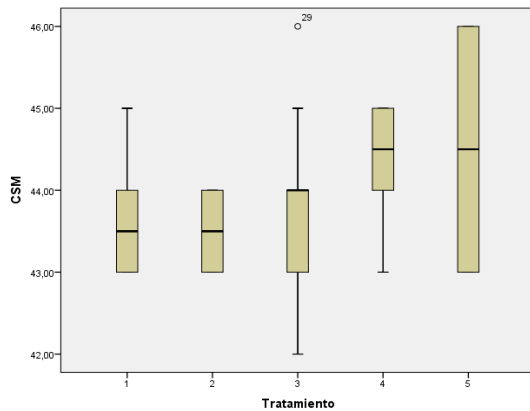
**Figura 32:** Variable (CUM), suelo (FAc)



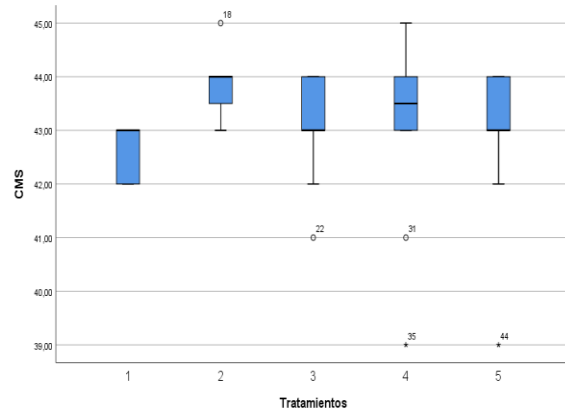
**Figura 33:** Variable (CUM), suelo (A)

La **Tabla 6** análisis estadístico ANOVA muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en el suelo FAc al contrario del suelo A en donde no existe significancia entre los tratamientos **Tabla 7**, como muestra la Figura 32 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 33 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

#### 4.9. Calibración mano del sol (CMS)



**Figura 34:** Variable (CMS), suelo (FAc)



**Figura 35:** Variable (CMS), suelo (A)

En el suelo FAc donde el análisis estadísticos ANOVA (**Tabla 6**) comprueba que existe significancia entre los tratamientos a diferencia a como lo plantea (Tenesaca, Quevedo, & García , 2019) y (Tuz, 2018) donde plantean que el grado de la mano del sol son similares al momento de la cosecha con la aplicación de biocarbón + ME, en la Figura 34 muestra en diagrama de cajas y bigotes de CMS donde el mejor tratamiento es T5 con 44.60 donde se aplicó 1000 g de biocarbón es una sola aplicación + MM, seguido de T4 con 44.40 con un descendencia a tener valores más bajos, el T3 con 43.80 y se obtuvo de este tratamiento un valor atípico de 46, el T1 con 43.60, el T2 con 43.50 fue el que tuvo datos más homogéneos con rango de diferencia de 1 grado. En el suelo A según el análisis estadístico ANOVA **Tabla 7** refleja que no muestran significancia entre tratamientos figura 35 donde sus medias se encuentran entre el rango de 42.00 a 44.00 de grado y también que en los tratamientos que hubo aplicación se obtuvieron valores atípicos superiores e inferiores a las medias. Cabe recalcar que todos los racimos cosechados en los dos tipos de suelo estuvieron en el grado óptimo a nivel de exportación internacional.

#### 4.10. Número de hojas a la cosecha (NH)

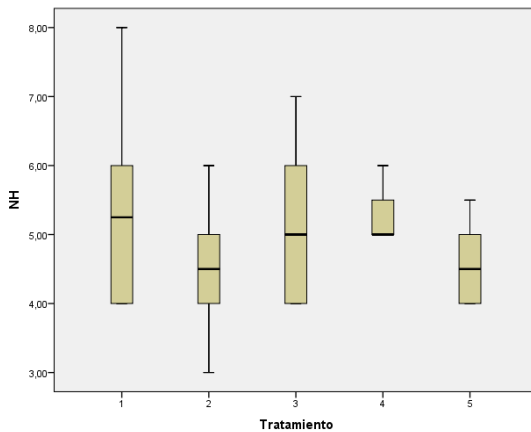


Figura 36: Variable (NH), suelo (FAC)

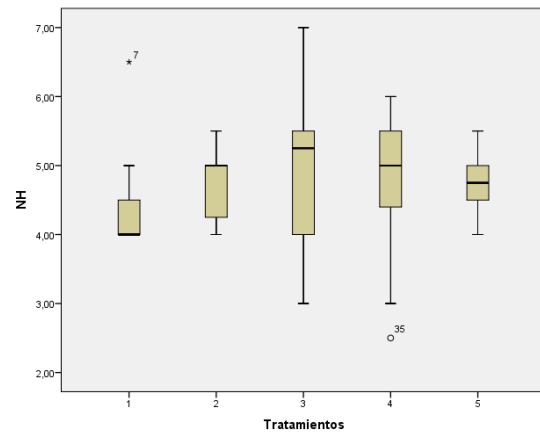
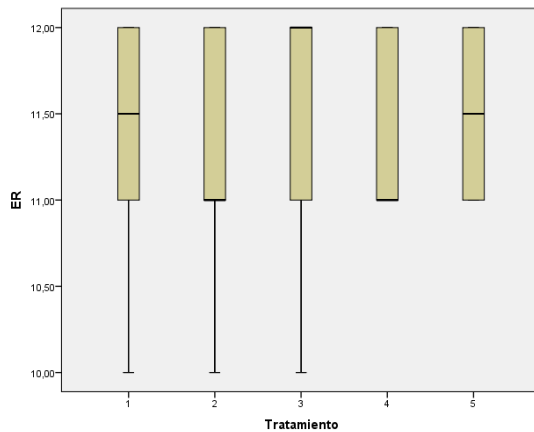


Figura 37: Variable (NH), suelo (A)

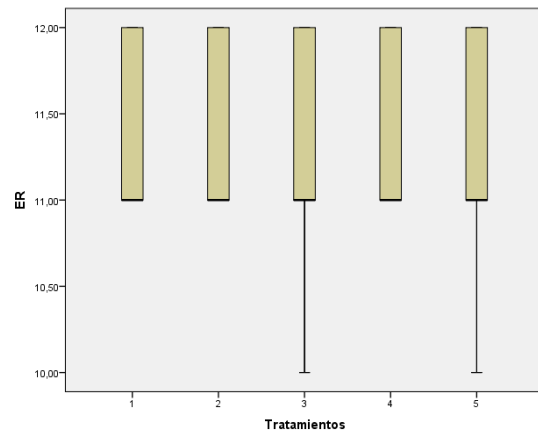
Según el análisis estadístico ANOVA **Tabla 6** y **Tabla 7** no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en los dos tipos de suelo, observando en la Figura 36 que el tratamiento testigo T1 obtuvo 5.40 con una ascendencia a tener valores más altos, el T4 con 5.20 que fue el tratamiento más 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 37 muestra al T3 con una media de 4.95 y que además fue el tratamiento más disparejo 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.



#### 4.11. Edad del racimo cosechado (ER)



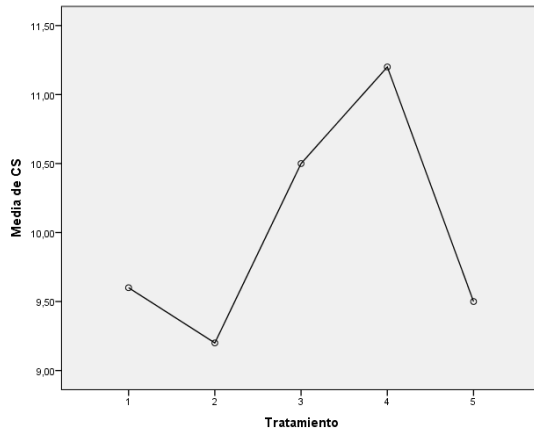
**Figura 38:** Variable (ER), suelo (FAC)



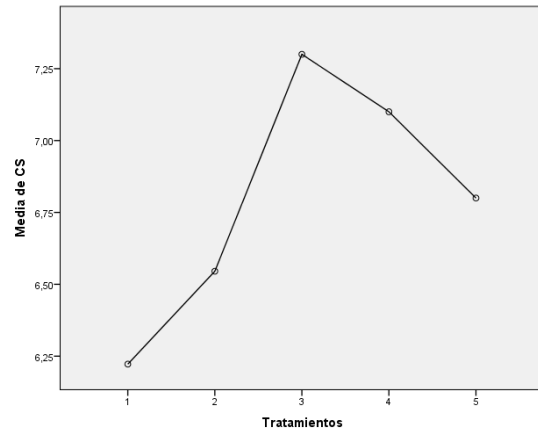
**Figura 39:** Variable (ER), suelo (A)

Los análisis estadísticos de ANOVA **Tabla 6** y **Tabla 7** reflejan que no existe significancia entre los tratamientos, donde se observa la Figura 38 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 39 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.

#### 4.12. Crecimiento semanal de las plantas (CS)



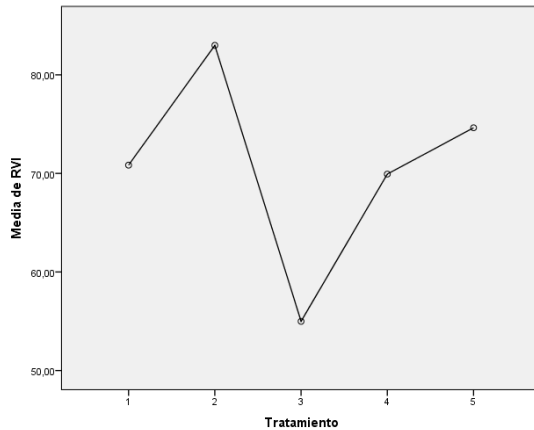
**Figura 40:** Variable (CS), suelo (FAc)



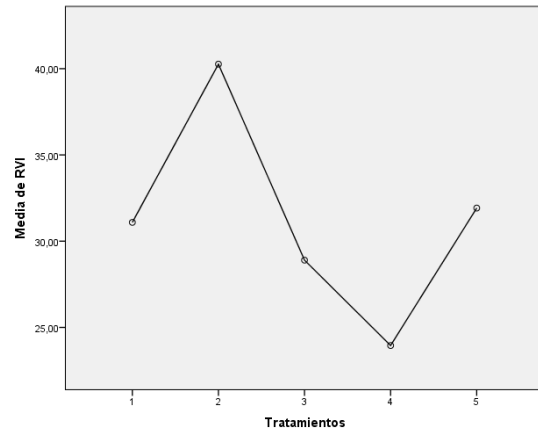
**Figura 41:** Variable (CS), suelo (A)

En los dos tipos de suelo no se registró significancia entre los tratamientos según el análisis estadístico ANOVA **Tabla 6** y **Tabla 7**, como se muestra la Figura 40 en el suelo FAc el T4 con una media de 11.2 cm, T3 con 10.5 cm, fueron los tratamientos en que las plantas tuvieron el crecimiento más acelerado aportándole mayor vigorosidad, el T1 con 9.6 cm, T5 con 9.5 cm, T2 con 9.2 cm. En el suelo A se muestra la Figura 41 que el tratamiento con mejor crecimiento semanal fue el T3 con 7.3 cm, seguido de T4 con 7.1 cm, T5 con 6.8 cm, T2 con 6.5 cm, T1 con 6.2 cm, analizando que en los tratamientos hubo aplicación de biocarbón + MM, tuvieron mejor crecimiento que el testigo. Mostrando una diferencia de crecimiento entre las plantas de cada tipo de suelo, donde en el suelo FAc crece 3.9 cm más por semana que en el suelo A, atribuyéndole a que tiene mejores condiciones físico-químicas en el suelo.

#### 4.13. Porcentaje de raíces vivas al inicio de la investigación (RVI)



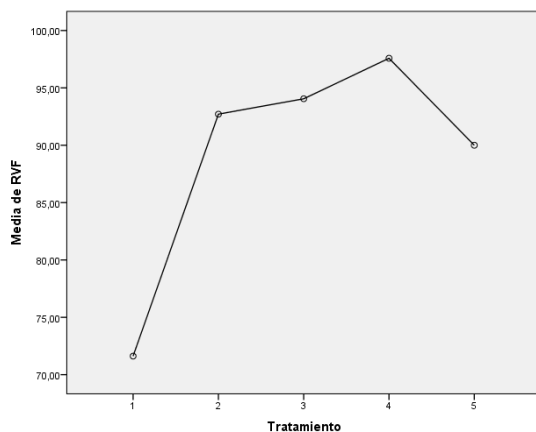
**Figura 42:** Variable (RVI), suelo (FAc)



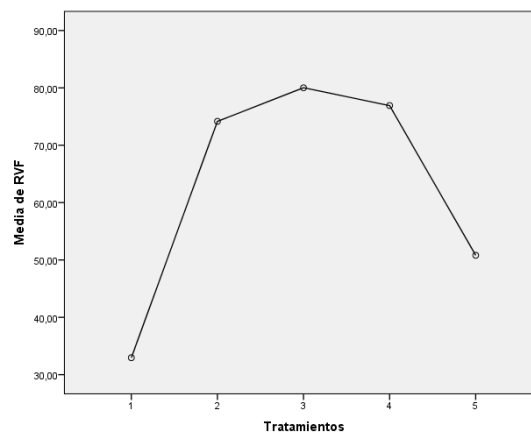
**Figura 43:** Variable (A), suelo (A)

Según el análisis estadístico ANOVA **Tabla 6** y **Tabla 7** en los dos tipos de suelo, existe diferencia entre los tratamientos en el porcentaje de raíces sanas antes de iniciar la investigación, en la Figura 42 se observa los porcentajes de cada tratamiento; el T1 con 70.84 %, T2 con 82.99 %, T3 con 54.99 %, T4 con 69.93 %, T5 con 74.63 %, se muestra antes de aplicar biocarbón + MM el porcentaje de raíces no era homogéneo en el suelo FAc. En la figura 43 se muestra los porcentajes de cada tratamiento; el T1 con 31.09 %, T2 con 41.18 %, T3 con 28.90 %, T4 con 23.95 %, T5 con 31.92 %, de igual manera en el suelo A antes de aplicar biocarbón + MM los porcentajes de raíces no eran similares. Cabe recalcar que el porcentaje de raíces sanas en cada suelo son diferentes, relacionándolo a las condiciones edáficas en cada tipo de suelo.

#### 4.14. Porcentaje de raíces vivas al final de la investigación (RVF)



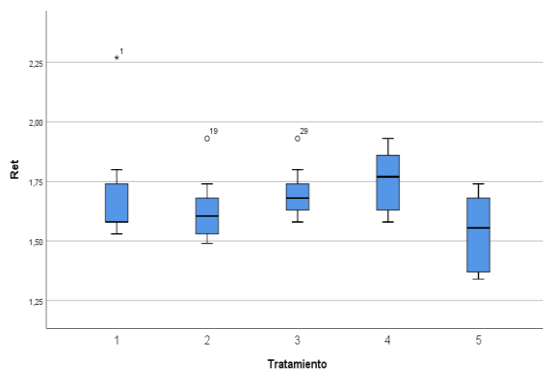
**Figura 44:** Variable (RVF), suelo (FAc)



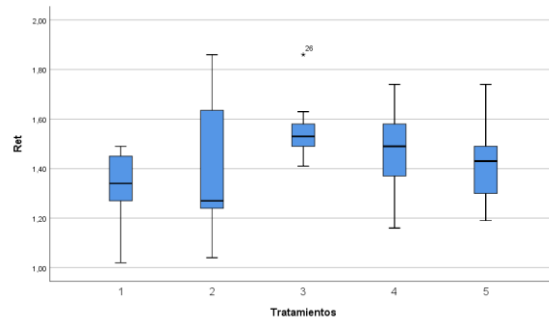
**Figura 45:** Variable (RVF), suelo (A)

El análisis estadístico ANOVA **Tabla 6** y **Tabla 7** muestran diferencia significativa entre los tratamientos en los dos tipos de suelo, la Figura 44 se observa como la aplicación de biocarbón + MM mejora la sanidad radicular como lo menciona (Tuz, 2018), mostrando que en todos los tratamiento aplicado biocarbón +MM aumento los porcentajes de raíces vivas observando la diferencia en la (**Figura 42**), teniendo al tratamiento T4 con el mayor porcentaje de 97.58 %, seguido de T3 con 94.05%, T2 con 71.62%, T5 con 90.00% y T1 con 71.62% manteniendo similitud con el inicio de la investigación. La figura 45 muestra como aumento el porcentaje de raíces vivas en los tratamientos del suelo A que se realizaron las aplicaciones, dando como mejor resultado al T3 con 80.02% que fue el mejor tratamiento, seguido de T2 con 78.28%, T4 con 76.05%, T5 con 49.19% y T1 con 32.96% manteniéndose este tratamiento similar al inició la investigación.

#### 4.15. Retorno (Ret)



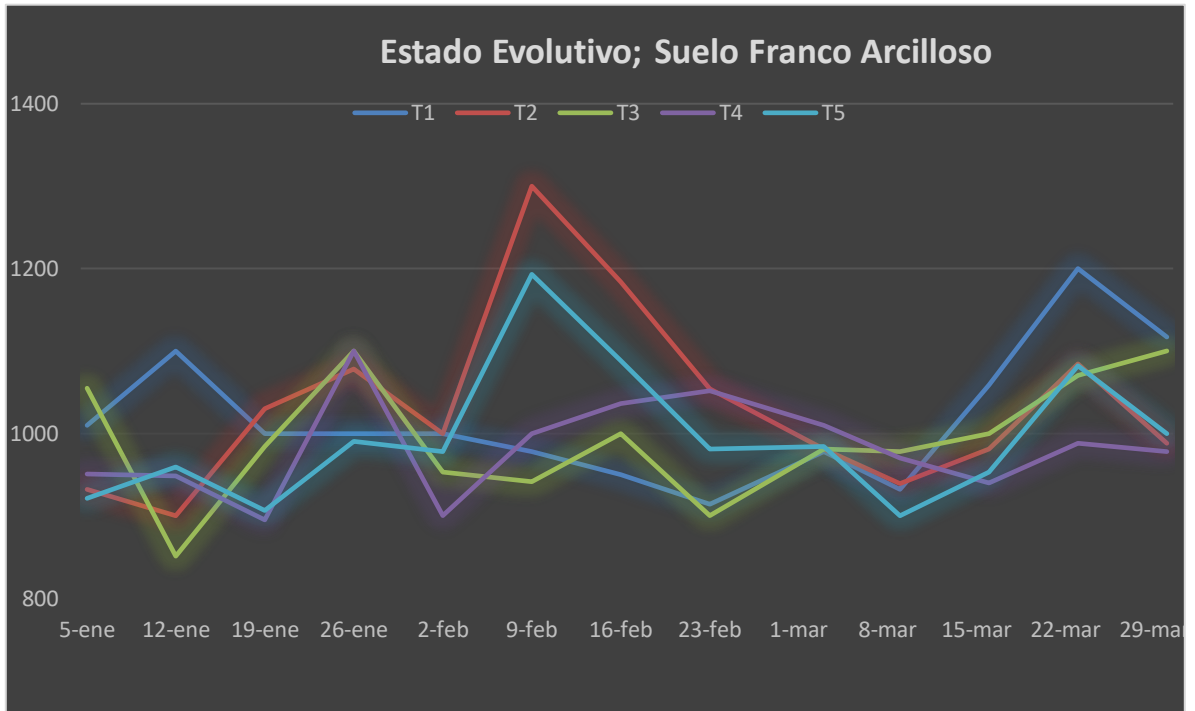
**Figura 46:** Variable (Ret), suelo (FAC)



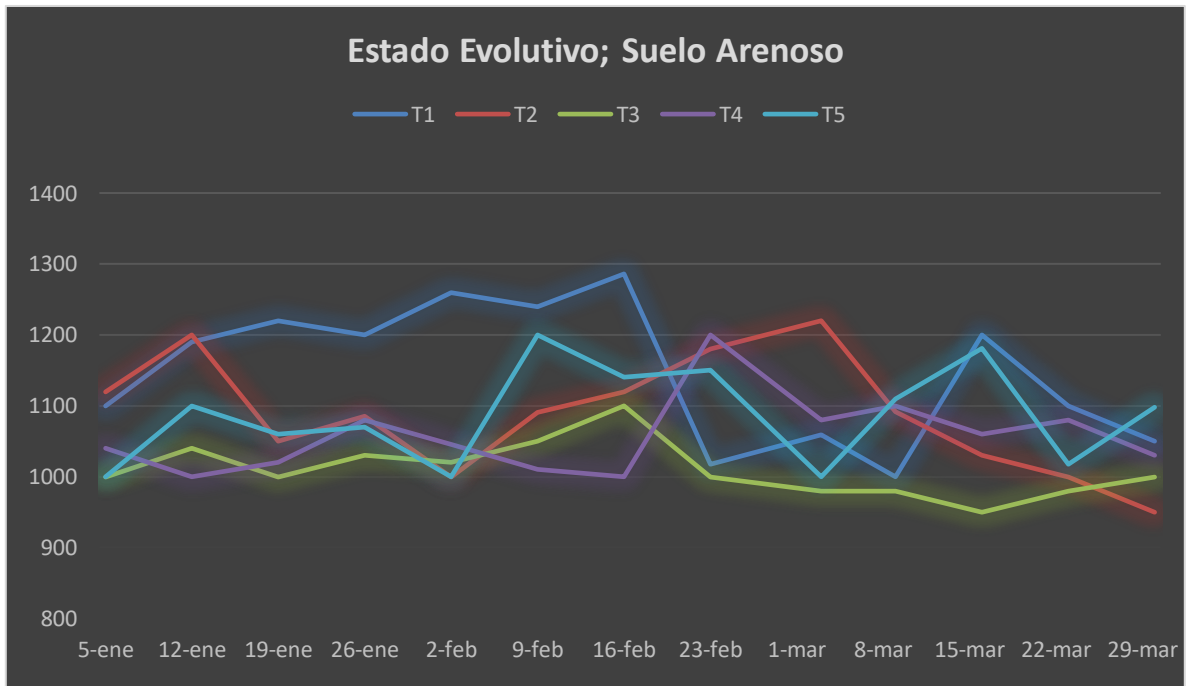
**Figura 47:** Variable (Ret), suelo (A)

En el suelo FAc si hubo significancia entre los tratamientos mostrado en la **Tabla 6**, 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 46, 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 todos 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 57 se muestra el Retorno del suelo A donde el análisis ANOVA **Tabla 7** 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, Delgado, Tuz, & García, 2019) mencionan entre más alto es el valor del retorno, habrá mejor productividad porque se cosecharán más racimos/ha/año.

#### 4.16. Estado Evolutivo (EE)



**Figura 48:** Curvas del (EE) en el suelo (FAc)



**Figura 49:** Curvas del (EE) en el suelo (A)

En la figura 48 y figura 49 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 fungicidas 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.

#### 4.17. Análisis económico de los tratamientos.

La tabla 8 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 8:** Relación beneficio-costo en el suelo; franco arcilloso

Tratamiento	Costo.N	Costo/ha	D.P	Retorno	Racimos/año	Ratio	Cajas Trat	Precio	Tot. Ing. Trat.	Beneficio	Cos. Proc	Cos. Proc ha/año	Relación B/C
T1	0,315	485,1	1540	1,68	2587,2	1,16	3001,15	8,4	25209,68	24724,58	4,5	11642,40	2,12
T2	0,35	539	1540	1,62	2494,8	1,25	3118,50	8,4	26195,40	25656,40	4,5	11226,60	2,29
T3	0,72	1108,8	1540	1,7	2618	1,295	3390,31	8,4	28478,60	27369,80	4,5	11781,00	2,32
T4	0,47	723,8	1540	1,758	2707,32	1,521	4117,83	8,4	34589,80	33866,00	4,5	12182,94	2,78
T5	0,72	1108,8	1540	1,398	2152,92	1,283	2762,20	8,4	23202,45	22093,65	4,5	9688,14	2,28

La tabla 9 la 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 9: Relación beneficio-costo en el suelo; arenoso*

Tratamiento	Costo.N	Costo/ha	D.P	Retorno	Racimos/año	Ratio	Cajas Trat	Precio	Tot. Ing. Trat.	Beneficio	Cos. Proc	Cos. Proc ha/año	Relación B/C
T1	0,315	485,1	1540	1,328	2045,12	0,644	1317,06	8,4	11063,28	10578,18	4,5	9203,04	1,15
T2	0,35	539	1540	1,387	2135,98	0,787	1681,02	8,4	14120,54	13581,54	4,5	9611,91	1,41
T3	0,72	1108,8	1540	1,554	2393,16	0,813	1945,64	8,4	16343,37	15234,57	4,5	10769,22	1,41
T4	0,47	723,8	1540	1,478	2276,12	0,76	1729,85	8,4	14530,75	13806,95	4,5	10242,54	1,35
T5	0,72	1108,8	1540	1,422	2189,88	0,684	1497,88	8,4	12582,17	11473,37	4,5	9854,46	1,16



## 5. CONCLUSIÓN.

- 1) 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.
- 2) Uno de los datos más importante que se obtuvo fue el ratio procesado por racimo, en el suelo franco arcilloso el T4 con 1.52 es 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.
- 3) La incidencia de Estado Evolutivo y el número de hojas a la cosecha fueron similar entre las plantas testigos con las plantas aplicadas biocarbón + MM, cabe mencionar que 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.
- 4) El análisis económico realizado para cada tipo de suelo muestra; en el FAc el T4 sigue siendo el mejor de todos, con un costo de \$ 0.47/planta, siendo el costo ha/año de \$ 12,182.94, permitiendo obtener un beneficio anual de \$33,866.80 y un 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 0.31 T2 - 0.72 T3, teniendo en cuenta que aplicar cualquier dosis de los dos al final se obtendrán las mismas ganancias.

## **6. RECOMENDACIÓN.**

Se recomienda 10 aplicaciones de 50 g de biocarbón + 50 ml MM en plantas +2 y utilizar 50 g Sulfato de Potasio + 10 g Fosill Shell Agro en forma de maceración aplicados al pseudotallo cosechado en una plantación orgánica ya que se obtendrán mejores beneficios económicos y también el biocarbón ayudara a reanimar la actividad microbiana del suelo ayudando a obtener un equilibrio planta–suelo–microorganismos y a retener los gases que causan el efecto invernadero.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- a.e.b.e. (2019). EL banano del Ecuador en el mundo. *Bananotas*(137). Obtenido de [http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2019/10/Bananotas\\_Julio-Agosto\\_19.pdf](http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2019/10/Bananotas_Julio-Agosto_19.pdf)
- AGROCALIDAD. (2014). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA BANANO*. MAGAP, Quito. Recuperado el 08 de Febrero de 2020, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/BANANO/banano.pdf>
- AGROCALIDAD. (2016). *MANUEL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE BANANO*. MAGAP, Quito. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-banano.pdf>
- Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (Febrero de 2018). Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*). *Revista Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33-42. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>
- Cano, M. A. (22 de Octubre de 2011). 15Artículo TécnicoCano, M.A.: Interacción microorganismos benéficosINTERACCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN PLANTAS: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonasspp. UNA REVISIÓN. *Revista U.D.C.A Actulidad y Divugación Científica*, 14(2), 15-31. doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n2.2011.771>
- Capa, L., Alaña, T., & Benítez, R. (2016). IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE BANANO ORGÁNICO. CASO: PROVINCIA EL ORO, ECUADOR. *UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD*, 8(3), 64-71. Recuperado el 15 de 02 de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus08316.pdf>
- CFN. (2017). *FICHA SECTORIAL: BANANO Y PLÁTANOS*. CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>

- Clúster BANANO. (04 de 05 de 2018). *Banano orgánico en Ecuador*. Obtenido de <http://banano.ebizaro.com/ecuador-puede-ser-el-mayor-productor-de-banano-organico-en-el-mundo/>
- Cuenca Rivera, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (Diciembre de 2019). Evaluación de la mineralización de bio-char sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 6-11. Obtenido de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/309/327>
- Escalante , A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 34(3), 367-382. Recuperado el 11 de 02 de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57346617009>
- Escalante Rebolledo, A., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., & Etchevers Barra, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *TERRA Latinoamericana*, 34(3), 367-382. Recuperado el 11 de 02 de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57346617009>
- FAO. (2004). *LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL BANANO*. (P. Arias, C. Dankers, P. Liu, & P. Pilkauskas, Edits.) Roma, Italia. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vaNJC7-F5WIC&oi=fnd&pg=PR8&dq=distribucion+de+las+principales+países+de+produccion+de+banano&ots=VUB0y3\\_HmQ&sig=iiBSYHUo7TnOaqwVnKqFTr6SIU#v=onepage&q=distribucion%20de%20las%20principales%20países%20de%20produc](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vaNJC7-F5WIC&oi=fnd&pg=PR8&dq=distribucion+de+las+principales+países+de+produccion+de+banano&ots=VUB0y3_HmQ&sig=iiBSYHUo7TnOaqwVnKqFTr6SIU#v=onepage&q=distribucion%20de%20las%20principales%20países%20de%20produc)
- FAOSTAT. (06 de Febrero de 2020). *CULTIVOS*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Fiallos Ortega, L. R., Flores Mancheno, L. G., Duchi Duchi, N., Flores Mancheno, C. I., Baño Ayala, D., & Estrada Orozco, L. (2015). Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de *Medicago sativa*. *Revista Ciencia y Agricultura*, 12(2), 13-20. doi:<https://doi.org/10.19053/01228420.4349>

- Gabino, C. E., Quevedo, J. N., & García, R. M. (Diciembre de 2019). Evaluación de la calidad exportable de racimos de banano tratados con protectores biodegradables e infusión de laurel rosado (*Nerium Oleander L.*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 12-20. Recuperado el 09 de Febrero de 2020, de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/310/328>
- Gaviria, J. (2016). *Evaluación del efecto del corte del pseudotallo en planta madre*. Departamento De Ingeniería Agrícola Y Alimentos. Medellín: Universidad Nacional De Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/55093/1/71766537.2016.pdf>
- GÓMEZ, A. M. (2008). *MANUAL DE MANEJO DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE PRODUCCION DE BANANO DE EXPORTACION*. UNIDAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA . GUADALAJARA DE BUGA: INSTITUTO TÉCNICO AGRÍCOLA. Obtenido de <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Gonzabay, R. (2017). Cultivo del banano en el Ecuador. *Revista Afese*, 58(58), 113-142. Obtenido de <http://www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317>
- Gonzalez, C. V. (2017). *Efecto de la sustitución del cloruro de potasio por el nitrato de potasio en un programa de fertilización bananero*. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10636>
- Guevara, R. (2015). *Analizar los costos de producción de una caja de banano convencional de la hacienda Los Tamarindos del sitio Jumón Santa Rosa*. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2008>
- INFOCOMM. (2010). BANANO. *CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO* (pág. 23). Ginebra: 8-14, Avenue de la Paix. Recuperado el 04 de Febrero de 2020, de [https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp01\\_Banana\\_es.pdf](https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf)
- Labarca, M., Sosa, L., Esparza, D., Nava, C., Fernandez, 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 de La Universidad del Zulia*, 22(4), 408-420. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1388178>
- López, A., & Espinosa, J. (1998). *RESPUESTA DEL BANANO AL POTASIO*. International Plant Nutrition Institute. Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Respuestabanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Respuestabanano.pdf)
- Martínez, A. M., & Cayón, D. (06 de 10 de 2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). 10. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Muschiatti, M. (2011). *El sulfato de potasio para mitigar los efectos adversos de los cultivos en condiciones de estrés salino*. Argentina.
- Quevedo, J. N., Delgado, A. M., Tuz, I. G., & García, R. M. (Agosto de 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 el 11 de 02 de 2020, de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300/326>
- QUINTERO, I., & CARBONÓ, E. (Julio-Diciembre de 2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLA*, 9(2), 142-153. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4188>
- Robinson, J. C., & Galán, V. (2012). *Plátanos y Bananas*. Islas Canarias: Paraninfo. Recuperado el 05 de 02 de 2020, de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mAv3EQAcgZ8C&oi=fnd&pg=PA23&dq=banano+y+pl%C3%A1tanos&ots=7AwSxB05V2&sig=ifs1JOi9ltNkB\\_961fU3Tdl24e8](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mAv3EQAcgZ8C&oi=fnd&pg=PA23&dq=banano+y+pl%C3%A1tanos&ots=7AwSxB05V2&sig=ifs1JOi9ltNkB_961fU3Tdl24e8)
- Rodríguez, A. (2009). *"Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (Musa sp.), variedad gran enano cavendish, en Quevedo, provincia*

*de Los Rios*. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura Alimentos y Nutrición, Agroempresas. Quito, Ecuador: USFQ. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1002>

Soto, M. (2014). *Bananas 1; Conceptos Básicos* (Primera Edición ed.). Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

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. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/328/346>

Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Piura-Perú: Hidalgo Impresores E.I.R.L. Obtenido de [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual\\_banano.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf)

Tuz, I. G. (2018). *Manejo integrado del cultivo de banano (musa x paradisiaca l.) clon williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes*. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13263>

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. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n2/a13v34n2.pdf>

Vivas, J., Robles, J., González, I., Álava, D., & Meza, M. (Enero de 2017). Artículo original Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido. *DOMINIO DE LAS CIENCIAS*, 4(1), 633-647. doi:<https://doi.org/10.23857/pocaip>

## 8. ANEXOS



**Anexo 1:** Colocacion de trampas de ME



**Anexo 2:** Captura de ME





**Anexo 3:** Preparación de la solución de melaza y agua, para propagar los ME



**Anexo 4:** Reproducción de ME, después de los 25 días



**Anexo 5:** Raíz completamente sana



**Anexo 6:** Raíz muerta



**Anexo 7:** Aplicación de biocarbón en los tratamientos



**Anexo 8:** Efecto del biocarbón en el aumento de raíces sanas.



**Anexo 9:** Pelos absorbentes de la raíz de banano.



**Anexo 10:** Maceración y aplicación en el pseudotallo.



**Anexo 11:** Pesado del racimo



**Anexo 12:** Pesado de la mano y raquis del banano



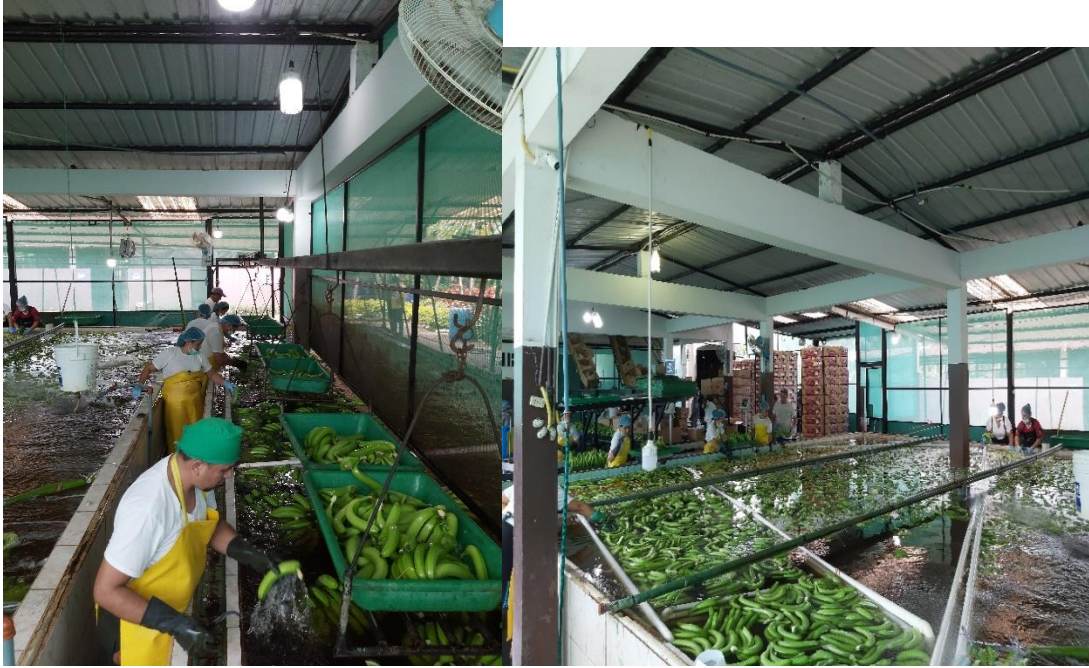
**Anexo 13:** Calibración y calidad del fruto



**Anexo 14:** Racimos cosechados del suelo Franco arcilloso



**Anexo 15:** Racimos cosechados del suelo Arenoso



**Anexo 16:** Labores de selección y pesado, postcosecha.



**Anexo 17:** Fumigación de corona.





**Anexo 18:** Etiquetado



**Anexo 19:** Empaque o embalaje



**Anexo 20:** Cajas de banano listas para la exportación.



**Anexo 20:** Hacienda "La Playa"