



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS  
SOBRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN  
BANANO (*MUSA X PARADISIACA* L.)

NIOLA SORNOZA JHONNY CESAR  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tema de investigación EFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS  
SOBRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN  
BANANO (*Musa x paradisiaca* L.)

NIOLA SORNOZA JHONNY CESAR  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

Tema de investigación EFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS SOBRE  
PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO (*Musa x  
paradisiaca* L.)

NIOLA SORNOZA JHONNY CESAR  
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 28 DE ABRIL DE 2021

MACHALA  
2021

# Tesis de Grado

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

6%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

6%

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

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

El que suscribe, NIOLA SORNOZA JHONNY CESAR, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Tema de investigación EFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS SOBRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO (*Musa x paradisiaca* L.), 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, 28 de abril de 2021



NIOLA SORNOZA JHONNY CESAR  
0704522689

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico a Dios sobre todas las cosas a la Virgen del Cisne por darme la luz para guiar mi camino, por la ayuda incondicional en los momentos más difíciles, por la fortaleza en los momentos de debilidad y por su protección en todo momento.*

*A mi padre Celso Herminio Niola Mora (+) que fue un pilar fundamental en mi vida, a mi madre Silvia Esther Sornoza Bello que en cada momento estaba presente y me daba todo el apoyo incondicional para culminar mi carrera universitaria.*

*A mi esposa, mis hijos que son la razón de mi esfuerzo para seguir adelante cumplir las metas propuestas y darle un mejor futuro.*

*Finalmente, a mis amigos que siempre estaban apoyando a seguir adelante, compartiendo sus conocimientos y experiencias, a continuar hasta culminar cada meta.*

***Jhonny Cesar Niola Sornoza***

## **AGRADECIMIENTO**

*Primero dar gracias a Dios, por estar a mi lado en cada paso que doy, por darme el apoyo espiritual, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*Al Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg. Sc. en calidad de tutor, por estar siempre presente apoyándome, brindándome su tiempo y conocimiento, siendo parte fundamental en este trabajo titulación.*

*A mis amigos Carlos Quezada, Johanna Noles, Nayelhi Valarezo y otros que compartieron conmigo durante toda esta etapa como estudiante y de manera desinteresada me apoyaron en este trabajo.*

*Jhonny Cesar Niola Sornoza*

# **EFFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS SOBRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO (*Musa x paradisiaca* L.)**

**Autor**

Jhonny Cesar Niola Sornoza

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **RESUMEN**

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es de gran importancia económica para el sector agrícola, además, es considerado un alimento de primera necesidad en los países tropicales. El principal país productor es India con 36,52% de la producción mundial siguiendo en orden de importancia China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y en quinto lugar se ubica Ecuador (8,05%). Ecuador produce banano principalmente en la zona costera (El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) y en los valles cálidos de la sierra (Cañar y Loja) que se han especializado en la producción y exportación de banano. La fertilización juega un papel muy importante en la productividad del banano y su aplicación es directamente al suelo teniendo como desventaja la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación y la volatilización, además de ocasionar degradación del suelo. Por lo antes expuesto la investigación tiene como objetivo: Evaluar los efectos de la aplicación de dos enmiendas al suelo (powercalciovit35% y biocarbón) en el manejo integrado del cultivo de banano. La presente investigación se desarrolló en el área experimental de la granja Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje. Se seleccionaron 24 plantas de banano del Clon Williams, subgrupo Cavendish, la superficie experimental del estudio fue 300 m<sup>2</sup>, donde se establecieron tres bloques, cada bloque fue ocupado por un tratamiento elegido al azar, cada tratamiento contó con ocho unidades experimentales; el trabajo se lo realizó con la aplicación de enmiendas edáficas en la banda de abonado, entre ellos el T1: aplicación de 20 g powercalciovit35%+ 30 g KNO<sub>3</sub>, T2: 50 g biocarbón + 30 g KNO<sub>3</sub> y T3: 30 g KNO<sub>3</sub>. Las variables evaluadas fueron: altura de plantas, emisión foliar, peso de racimo, peso de raquis, ratio procesado, peso de la mano sol, número de manos, número de dedos en mano del sol, calibración mano del sol, calibración última mano, número de hojas a la cosecha, edad racimos y retorno. Con

los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor en el software IBM SPSS STATISTICS 22, donde se analizó la interacción entre los grupos, donde efectivamente existen diferencias significativas en algunas de las variables, el T1 obtuvo mejor resultado en el peso de la mano del sol con una media de 9.49 lb, la edad del racimo al corte con 12.75 semanas y en el peso del raquis con 5.08 lb; por otro lado con la aplicación de T2 se obtuvieron mejores resultados en el peso del racimo con 45.81 lb, el ratio procesado con 0.95, número de manos con 6.38, mayor número de dedos con 22.25, número hojas a la cosecha con 3.88, edad del racimo al corte con 12.75 semanas y el retorno con 107.38 cm. Además, se utilizó el software Microsoft Excel para realizar la curva de crecimiento de las plantas, donde el T2 hizo crecer más rápido a las plantas con una media de 21.08 cm mensuales, se analizó también la emisión foliar, donde el T2 obtuvo mejor resultado con 2.83 hojas en promedio mensual. Los datos de la presente investigación corresponden a 14 meses (noviembre 2019- diciembre 2020), según los análisis de suelo realizados demuestran que el T1 mejoró la CE y CICE, mientras que en uno de los parámetros más significativos que es la MO se observó mejores resultados en el T2.

**Palabras clave:** Fertilización edáfica, biocarbón, nutrientes.

# **EFFECTS OF TWO EDAPHIC AMENDMENTS ON AGRONOMIC PRODUCTION PARAMETERS IN BANANA (*Musa x paradisiaca* L.)**

**Author**

Jhonny Cesar Niola Sornoza

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **ABSTRACT**

The banana (*Musa x paradisiaca* L.) is of great economic importance for the agricultural sector and is considered a staple food in tropical countries. The main producer country is India with 36.52% of world production, followed in order of importance by China (13.53%), Indonesia (9.29%), Brazil (8.17%), and Ecuador (8.05%) in fifth place. Ecuador produces bananas mainly in the coastal zone (El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) and in the warm valleys of the highlands (Cañar and Loja), which have specialized in banana production and export. Fertilization plays a very important role in banana productivity and its application is directly to the soil, having as a disadvantage the loss of nutrients and minerals by leaching and volatilization, in addition to causing soil degradation. Therefore, the objective of this research is to evaluate the effects of the application of two soil amendments (powercalciovit35% and biochar) in the integrated management of banana crops. The present research was carried out in the experimental area of the Santa Inés farm, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, located at km 5.5 of the Machala-Pasaje road. Twenty-four banana plants of Clone Williams, Cavendish subgroup were selected, the experimental area of the study was 300 m<sup>2</sup>, where three blocks were established, each block was occupied by a treatment chosen at random, each treatment had eight experimental units; the work was carried out with the application of soil amendments in the fertilizer band, including T1: application of 20 g PowerCalcioVit35% + 30 g KNO<sub>3</sub>, T2: 50g Biochar + 30 g KNO<sub>3</sub> and T3: 30 g KNO<sub>3</sub>. The variables evaluated were: plant height, leaf emission, bunch weight, rachis weight, processed ratio, sun hand weight, number of hands, number of fingers in sun hand, sun hand calibration, last hand calibration, number of leaves at harvest, bunch age and return. With the data obtained, an analysis of variance (ANOVA) of one

factor was carried out in the IBM SPSS STATISTICS 22 software, where the interaction between the groups was analyzed, where there are indeed significant differences in some of the variables, T1 obtained better results in the weight of the sun hand with a mean of 9.49 lb, the age of the bunch at cutting with 12.75 weeks and in rachis weight with 5.08 lb; on the other hand with the application of T2 better results were obtained in bunch weight with 45.81 lb, processed ratio with 0.95, number of hands with 6.38, higher number of fingers with 22.25, number fingers at harvest with 3.88, bunch age at cutting with 12.75 weeks and return with 107.38 cm. In addition, Microsoft Excel software was used to make the growth curve of the plants, where T2 made the plants grow faster with an average of 21.08 cm per month, leaf emission was also analyzed, where T2 obtained a better result with 2.83 leaves on average per month. The data of the present research correspond to 14 months (November 2019- December 2020), according to the soil analysis performed show that T1 improved EC and CICE, while in one of the most significant parameters which is the MO better results were observed in T2.

**Key words:** Edaphic fertilization, biochar, nutrients.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo General .....	2
1.2. Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO II .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Origen del Banano.....	3
2.2. Clasificación taxonómica del banano.....	3
2.3. Importancia del banano a nivel mundial .....	3
2.4. Importancia de banano en Ecuador .....	3
2.5. Principales países productores .....	4
2.6. Principales zonas productoras a nivel nacional.....	4
2.7. Fenología del cultivo de banano .....	5
2.7.1. Fase Vegetativa .....	5
2.7.2. Fase reproductiva .....	5
2.8. Morfología del banano .....	5
2.8.1. Sistema radicular.....	5
2.8.2. Cepa o cormo .....	6
2.8.3. Pseudotallo .....	6
2.8.4. Hojas .....	7
2.8.5. Inflorescencia .....	8
2.8.6. Fruto .....	8
2.9. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano .....	9
2.9.1. Altitud .....	9

2.9.2. Precipitación.....	9
2.9.3. Temperatura .....	9
2.9.4. Humedad relativa .....	9
2.9.5. Luminosidad.....	9
2.9.6. Suelos .....	9
2.10. Manejo integrado del cultivo de banano .....	9
2.10.1. Siembra .....	9
2.10.2. Riego .....	10
2.10.3. Fertilización.....	10
2.10.4. Deshoje.....	10
2.10.5. Deshije.....	10
2.10.6. Deshermane.....	10
2.10.7. Deschante .....	10
2.10.8. Manejo de arvenses .....	11
2.10.9. Enfunde .....	11
2.10.10. Encintado.....	11
2.10.11. Desflore .....	11
2.10.12. Cirugía de laterales.....	11
2.10.13. Deschive.....	12
2.10.14. Protección de manos .....	12
2.10.15. Cosecha .....	12
2.10.16. Poscosecha .....	12
2.11. Enmiendas Edáficas .....	13
2.11.1. Biocarbón.....	13
2.11.2. PowerCalcioVit 35%.....	13

2.11.3. Nitrato de Potasio.....	14
2.12. Parámetros básicos del suelo.....	14
2.12.1. pH.....	14
2.12.2. Conductividad eléctrica (Ce).....	14
2.12.3. Materia orgánica (M.O.) .....	15
2.12.4. Capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE).....	15
CAPITULO III.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1. Localización del ensayo .....	16
3.2. Ubicación geográfica .....	16
3.3. Factores climáticos y ecológicos.....	16
3.4. Materiales de campo .....	17
3.4.1. Material genético.....	17
3.4.2. Variables evaluadas.....	17
3.4.3. Tratamientos.....	18
3.5. Metodología .....	19
3.5.1. Diseño experimental.....	19
3.5.2. Análisis de suelo .....	19
3.5.3. Preparación de los tratamientos .....	20
3.5.4. Aplicación de los tratamientos .....	21
3.5.5. Labores culturales .....	22
3.5.6. Medición de variables .....	23
3.5.7. Proceso estadístico .....	28
CAPÍTULO IV.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

Los resultados que se presentan a continuación están en base a los tres tratamientos en una plantación de banano orgánico..... 29

4.1. Altura de planta..... 29

4.2. Emisión foliar..... 30

4.3. Retorno..... 31

4.4. Peso del racimo ..... 32

4.5. Peso de raquis..... 33

4.6. Ratio Procesado..... 34

4.7. Peso de mano del sol..... 35

4.8. Número de manos ..... 36

4.9. Número de dedos..... 38

4.10. Calibración de la mano del sol ..... 39

4.11. Calibración de la última mano ..... 40

4.12. Número de hojas a la cosecha ..... 41

4.13. Edad del racimo al corte..... 42

4.14. Comparación de parámetros básicos del suelo en el año 2019 y 2020 ..... 43

CAPÍTULO V ..... 46

5. CONCLUSIONES ..... 46

6. RECOMENDACIONES ..... 47

7. BIBLIOGRAFÍA..... 48

8. ANEXOS..... 53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Producción de banano (t) en los principales países del mundo en los últimos cinco años. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Descripción de los tratamientos planteados. ....	18
<b>Tabla 3.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la variable Retorno.....	31
<b>Tabla 4.</b> ANOVA de un factor para la variable Peso de racimo. ....	32
<b>Tabla 5.</b> ANOVA de un factor para la variable Peso de raquis.....	33
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Tukey para variable Ratio procesado .....	34
<b>Tabla 7.</b> ANOVA de un factor para la variable Peso de mano del sol.....	35
<b>Tabla 8.</b> ANOVA de un factor para la variable Número de manos .....	37
<b>Tabla 9.</b> ANOVA de un factor para la variable Número de dedos .....	38
<b>Tabla 10.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol	39
<b>Tabla 11.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol.	40
<b>Tabla 12.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la variable Número de hojas a la cosecha.	41
<b>Tabla 13.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la variable Edad del racimo al corte .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema radicular .....	6
<b>Figura 2.</b> Cormo .....	6
<b>Figura 3.</b> Pseudotallo.....	7
<b>Figura 4.</b> Hojas .....	7
<b>Figura 5.</b> Inflorescencia.....	8
<b>Figura 6.</b> Mapa de Ubicación del área experimental .....	16
<b>Figura 7:</b> Croquis del diseño experimental .....	19
<b>Figura 8.</b> Toma de muestras de suelo.....	20
<b>Figura 9.</b> Preparación de tratamientos.....	20
<b>Figura 10.</b> Aplicación de PowerCalcio Vit 35%.....	21
<b>Figura 11.</b> Aplicación biocarbón tratamiento 2. ....	21
<b>Figura 12.</b> Aplicación de nitrato de potasio al testigo.....	22
<b>Figura 13.</b> Altura de la Planta .....	24
<b>Figura 14.</b> Toma de datos de emisión foliar.....	24
<b>Figura 15.</b> Peso del racimo.....	25
<b>Figura 16.</b> Peso del raquis .....	25
<b>Figura 17.</b> Peso de la mano del sol.....	26
<b>Figura 18.</b> Número de manos.....	26
<b>Figura 19.</b> Número de dedos .....	27
<b>Figura 20.</b> Calibración del racimo.....	27
<b>Figura 21.</b> Número de hojas a la cosecha.....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Altura de planta.....	29
<b>Gráfico 2.</b> Emisión foliar.....	30
<b>Gráfico 3.</b> Diagrama de cajas y bigotes para la variable retorno. ....	31
<b>Gráfico 4.</b> Media de Peso del racimo (lb) entre los tres tratamientos. ....	33
<b>Gráfico 5.</b> Media de peso del raquis (lb) entre los tres tratamientos.....	34
<b>Gráfico 6.</b> Diagrama de cajas y bigotes para la variable ratio procesado. ....	35
<b>Gráfico 7.</b> Media de Peso mano del sol.....	36
<b>Gráfico 8.</b> Diagrama de cajas y bigotes para la variable número de manos ....	37
<b>Gráfico 9.</b> Media de Número de dedos. ....	39
<b>Gráfico 10.</b> Media de calibración de la mano del sol.....	40
<b>Gráfico 11.</b> Media de calibración de la última mano. ....	41
<b>Gráfico 12.</b> Media de número de hojas a la cosecha. ....	42
<b>Gráfico 13.</b> Media de edad del racimo al corte. ....	43
<b>Gráfico 14.</b> Comparación de parámetros básicos del suelo. ....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de suelo 2019.....	53
<b>Anexo 2.</b> Análisis de suelo 2020.....	54
<b>Anexo 3.</b> Tabla para interpretación de resultados de pH.....	55
<b>Anexo 4.</b> Tabla para interpretación de resultados de C.E.....	55
<b>Anexo 5.</b> Tabla para interpretación de resultados de materia orgánica.....	55
<b>Anexo 6.</b> Escala de Brun, para medir la emisión foliar en banano.....	56

# CAPÍTULO I

## 1.INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano tiene gran importancia económica para el sector agrícola y es considerado un alimento de primera necesidad en los países tropicales. En los últimos cinco años el cultivo de banano a nivel mundial ha tenido una producción promedio de 113.794,259 TM en 5.193,293 hectáreas, donde el principal país productor es India con el 36,52% de la producción mundial siguiendo en orden de importancia China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y en quinto lugar se ubica Ecuador (8,05%) (FAOSTAT, 2019).

Ecuador es considerado por excelencia un país agrícola debido a la diversidad climática que presenta, favoreciendo el desarrollo de los cultivos, la mayor parte de la superficie de cultivo de banano está distribuida en el litoral ecuatoriano. El Banano ecuatoriano es producido en la zona costera (El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) y en los valles cálidos de la sierra (Cañar y Loja) que se han especializado en la producción y exportación de banano (Zapata, 2015).

La calidad de la fruta se ve afectada por daños físicos en el manejo y el ataque de plagas y enfermedades, esto minimiza el valor comercial y disminuye el volumen de exportación ocasionando un menor ingreso económico a los hogares de los productores afectando su economía familiar y nacional.

La fertilización juega un papel muy importante en la productividad del banano y su aplicación es directamente al suelo teniendo como desventaja, la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación y por la volatilización, además de ocasionar degradación del suelo, por lo antes expuesto surge la presente investigación que está encaminada en buscar una alternativa amigable con el medio ambiente, mediante del uso de enmiendas orgánicas que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo mejorando el aprovechamiento y efectividad de los fertilizantes aplicados para obtener una mayor producción de banano que se mide bajo el ratio de conversión entre caja procesada y planta cosechada.

### **1.1.Objetivo General**

- Evaluar los efectos de la aplicación de dos enmiendas al suelo (PowerCalcioVit35% y biocarbón) en el manejo integrado del cultivo de banano.

### **1.2.Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de PowerCalcioVit35% y biocarbón en parámetros agronómicos de producción en banano.
- Comparar el efecto de la aplicación de PowerCalcioVit35% frente a la del biocarbón en parámetros básicos del suelo.

## **CAPÍTULO II**

### **2.REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1.Origen del Banano**

Es originario del sudeste asiático, en la región de India, con centros secundarios de diversidad en África Occidental y Central y en las tierras altas de África Oriental. Pertenecen al género Musa, el cual comprende más de 1000 variedades. La mayoría de las especies de Musa cultivadas pertenecen a la sección Eumusa y producen frutos que son uno de los principales productos de la canasta básica. Los intercambios naturales han producido una importante diversidad genética y han permitido la aparición de variedades sin semillas con interesantes cualidades alimentarias para las personas (Gonzabay, 2015).

#### **2.2.Clasificación taxonómica del banano**

El cultivo de banano pertenece a la familia Musaceae, que se agrupan dentro del orden Zingiberales y por consiguiente al género Musa que son formados por la hibridación de las dos especies naturales entre Musa acuminata Musa balbisiana silvestres, a los híbridos también se les puede proporcionar nombres científicos, con la condición que debe llevar el prefijo x para demostrar su naturaleza híbrida de acuerdo al ICNCP (Código Internacional de Nomenclatura para las Plantas Cultivadas) (Frison, Escalante, & Sharrock, 2000).

#### **2.3.Importancia del banano a nivel mundial**

El cultivo de banano a nivel mundial después del maíz, arroz y trigo se ubica el banano en cuarto lugar, por lo que ha contribuido en el desarrollo económico y social en los países que lo producen mediante la creación de empleos y divisas. (Orellana, 2006)

En los últimos años la mayoría de las exportaciones del sector estuvieron dirigidas principalmente a Rusia, teniendo una participación del 20% en promedio. En el año 2019, el 19% de las exportaciones estuvieron destinadas a Rusia, seguido de Estados Unidos con el 15%, Turquía con el 7%, China con el 7%, Alemania con el 5% y el porcentaje restante correspondió a lo exportado a otros países de América, Europa y Asia. (CFN, 2019).

#### **2.4.Importancia de banano en Ecuador**

En el Ecuador el sector de banano, café y cacao registró en el 2018 un crecimiento del 0.93% con respecto a 2017, teniendo una participación en ese año del 1.98% del PIB Total, además es la tercera fuente de recursos para el país, después del petróleo. En esta actividad se involucran más

de un millón de familias ecuatorianas, lo que beneficia a más de 2,5 millones de personas representando el 6 % de la población total del Ecuador (Vasquez, 2017).

## 2.5.Principales países productores

La mayor producción mundial de cacao por regiones tiene Asia que cubre el 54,3%, seguido de América el 26%, África 17,7%, Oceanía 1,5% y en último lugar esta Europa 0,4%. A nivel países en orden de importancia son India, China Continental, Indonesia, Brasil, Ecuador, Filipinas, Guatemala, Angola, Republica Unida de Tanzania y Colombia. (FAOSTAT, 2019)

**Tabla 1.** Producción de banano (t) en los principales países del mundo en los últimos cinco años.

PAÍS	PRODUCCIÓN (t)
India	30.020.200
China Continental	11.122.840
Indonesia	7,642.781,2
Brasil	6.721.740,6
Ecuador	6.019.064,8
Filipinas	5.980.922
Guatemala	4.040.552,2
Angola	3.844.165,6
Republica Unida de Tanzania	3.216.245,6
Colombia	2.978.801,8

**Fuente:** (FAOSTAT, 2019)

## 2.6.Principales zonas productoras a nivel nacional

El banano (*Musa x paradisiaca*) representa la actividad agrícola más importante desde el punto de vista económico. En el 2019, Los Ríos y Guayas abarcaron el 66% de la producción nacional, el área destinada para este cultivo a nivel nacional es de 183,347 has, cuyos porcentajes de distribución son los siguientes: Los Ríos 36%, Guayas 30%, El Oro 25%, y el 9% para otras provincias como Esmeraldas, Manabí Y Azuay (CFN, 2019).

## **2.7.Fenología del cultivo de banano**

### **2.7.1.Fase Vegetativa**

#### **2.7.1.1.Fase Juvenil**

También llamada “fase de retoño dependiente” durante este periodo el hijo está bajo la dominancia de la madre, en esta fase ocurre la emisión de hojas cortas y lanceoladas, con limbo estrecho, sucesivamente va aumentando de tamaño hasta alcanzar una anchura de 10 cm denominada F10, su influencia sobre el retoño disminuye progresivamente hasta a lo largo de vida de la misma (Robinson & Galán, 2011).

#### **2.7.1.2.Fase vegetativa independiente**

La independencia completa de la planta ocurre cuando el hijo emite su primera hoja completamente desarrollada (F10), es muy sencillo identificar esta fase porque se forma el ángulo recto por el envés, en la unión del limbo con el peciolo, desarrollando la hoja ortogonal (F0) es aquí cuando los hijos comienzan a desarrollar el proceso de la fotosíntesis (Robinson & Galán, 2011).

#### **2.7.1.3.Fase aparentemente vegetativa**

Momento que ocurre la iniciación floral, entre 11-12 hojas están en el interior del pseudotallo las cuales seguirán emergiendo y así mismo la inflorescencia va ascendiendo en el interior del pseudotallo (Robinson & Galán, 2011).

### **2.7.2.Fase reproductiva**

En esta fase se culmina la emisión foliar y da inicio a la emisión floral para posteriormente la formación de flores femeninas y masculinas lo cual es de mucha importancia en el llenado de los frutos por aquello depende el rendimiento y tamaño del racimo, además la cantidad de las hojas funcionales presentes que aporta en el llenado del fruto por el proceso fotosintético (Martínez & Cayón, 2011).

## **2.8.Morfología del banano**

### **2.8.1.Sistema radicular**

Constituido por raíces primarias, secundarias y terciarias, hay dos tipos de raíces horizontales que se encargan de nutrir a la planta para un buen desarrollo y pueden alcanzar hasta 3 m de largo; las verticales brindan anclaje y pueden llegar hasta 1,5 m de profundidad. Las raíces son muy

frágiles y su capacidad de penetración está relacionada con la textura, estructura y humedad del suelo (Vargas & Araya, 2018)



**Figura 1.**Sistema radicular

**Fuente:** Autor

### **2.8.2.Cepa o cormo**

Generalmente llamado cormo, botánicamente se denomina rizoma y es el tallo verdadero del banano que se encuentra bajo el suelo y da origen a la planta como tal. El punto de crecimiento del rizoma, el meristemo apical, es una cúpula aplanada desde la cual se forman las hojas y eventualmente la inflorescencia (Melendez, 2019).



**Figura 2.** Cormo

**Fuente:** Autor.

### **2.8.3.Pseudotallo**

Es la formación de varias vainas de bases de hojas enrolladas que se encuentran en disposición helicoidal, estas emergen de los nudos del cormo del tallo floral, las cuales dan origen al

pseudotallo que es capaz de soportar al racimo y puede llegar a alcanzar una altura de 3-5 metros y un diámetro de 40-60 centímetros (Manrique & Rivera, 2012). Su función es de almacenar sustancias hídricas, amiláceas, carbohidratos y nutrientes a la planta (Rodríguez, Cayón, & Mira, 2006).



**Figura 3.** Pseudotallo

**Fuente:** Autor.

#### **2.8.4.Hojas**

Se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro dispuestas en forma de espiral es la parte más importante de la planta y es la encargada de los procesos fotosintéticos. La forma de las hojas en su fase adulta es oval-oblonga, con el ápice obtuso y con un semi-limbo levemente más grande que el otro. El número de hojas depende de la variedad y edad de la planta (Galan, y otros, 2018).



**Figura 4.** Hojas

**Fuente:** Autor.

### **2.8.5. Inflorescencia**

Se presenta en las etapas intermedias de la fisiología de la planta y se origina de la parte interna del cormo en el cual va ascendiendo por el centro del pseudotallo hasta emerger entre las hojas. La inflorescencia es de color blanco y puede tener de 5 – 8 cm de diámetro, las hojas son substituidas por brácteas masculinas y femeninas (Vézina & Baena, 2016).

Existen dos tipos de flores las femeninas pistiladas que son las primeras en surgir, se forman en grupos de dos filas una encima de otra dando origen a lo que se conoce como “mano”; conforme crece el fruto aparecen las flores masculinas estaminadas que se posicionan en la parte distal del racimo (Vézina & Baena, 2016).



**Figura 5.** Inflorescencia

**Fuente:** Autor.

### **2.8.6. Fruto**

Es una baya falsa que no tiene semillas, de forma cilíndrica y se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas por el aumento del volumen de las tres celdas del ovario opuestas al eje central, pudiéndose contener de 5 a 20 manos, en cada uno de 2 a 20 frutos volviéndose amarillento verdoso (Blasco & Gómez, 2014). El tiempo que tarde en desarrollarse es de 10 -13 semanas en con una buena nutrición y buen manejo agronómico del cultivo. Esta fruta es de enorme valor alimenticio, su pulpa es dulce y aromática (Torres S. , 2012).

## **2.9. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano**

Según (AGROCALIDAD, 2014), las condiciones climáticas son las siguientes:

### **2.9.1. Altitud**

El banano se debe cultivar entre 0-300 msnm para un adecuado crecimiento.

### **2.9.2. Precipitación**

Los requerimientos de agua son de 120-180 mm como promedio mensual o una precipitación media anual de 1800 a 3000 mm bien distribuidos durante todo el año.

### **2.9.3. Temperatura**

El rango adecuado va desde los 20 -35,5 °C por debajo a esta presenta las consecuencias del retardo del desarrollo, mientras que a mayores 40°C debe tener un suministro de agua excelente para recompensar la evapotranspiración.

### **2.9.4. Humedad relativa**

El banano requiere de una humedad relativa menos al 80%, valores superiores favorecen la proliferación de plagas y hongos

### **2.9.5. Luminosidad**

Es muy importante ya que la planta de banano requiere de una alta luminosidad y la utiliza como fuente de energía, requiere un promedio de 4 horas de brillo solar por día.

### **2.9.6. Suelos**

El banano requiere de suelos que presentan textura: franco arenoso, franco arcillo, franco limoso, franco arcillo limoso; buen drenaje y una profundidad de 1,2 a 1,5 metros, suelos con alta fertilidad y buena retención de agua. El pH del suelo optimo es 6,5 logrando tolerar un pH mínimo de 5,5 y un máximo de 7,5 (Rodriguez, 2009).

## **2.10. Manejo integrado del cultivo de banano**

### **2.10.1. Siembra**

Inicia con una buena preparación de suelos, ya que es un factor clave para una buena productividad. Existen dos tipos de siembra tradicional que es muy común entre los agricultores y el mecanizado que implica uso de diferentes maquinarias. (Soto M. , 2015)

La siembra requiere de una serie de procesos iniciando con la selección del material del clon o material reproductivo a usar, además tiene que ser libre de enfermedades y que se adapte a las condiciones edafoclimáticas del sitio a sembrar, la densidad poblacional es otro factor a evaluar

ya que esta depende del clon a usar. Hay diferentes sistemas de siembra: cuadrado, triangulo, doble surco (Guerrero, 2010).

### **2.10.2.Riego**

El banano está constituido de agua en un 80-85% del total de su peso, tiene un alto requerimiento mensual hídrico debido a que su pseudotallo es herbáceo y su gran superficie foliar expuesta a la evapotranspiración (Torres S. , 2012).

### **2.10.3.Fertilización**

El sistema de producción en banano presenta problemas relacionados a las deficiencias nutricionales, por ende, produce bajos rendimientos y utilidad de las plantas., Por consiguiente, origina una baja competitividad para el mercado exterior (Tenesaca *et al.*, 2019).

### **2.10.4.Deshoje**

Mediante esta labor cultural se busca eliminar hojas dobladas, secas y enfermas, el corte se realiza apegado al pseudotallo de abajo hacia arriba. En el caso de hojas infectadas con Sigatoka se realiza una práctica llamada “cirugía” que consiste en eliminar la parte infectada y de esta manera disminuir la propagación en toda la plantación. A lo largo de todo su ciclo vegetativo la planta emite de 36 a 40 hojas (Torres S. , 2012).

### **2.10.5.Deshije**

Es una práctica que permite tener una densidad poblacional adecuada por unidad de superficie, además de mantener la distancia adecuada entre plantas también elimina los hijos improductivos o mal ubicados con la finalidad de no afectar el crecimiento de las unidades productivas. Esta práctica es la responsable de la secuencia madre-hijo-nieto y cada 6 -8 semanas se debe repetir el ciclo de deshije en época seca y de 4 -6 semanas en húmedo (AGROCALIDAD, 2014).

### **2.10.6.Deshernane**

Consiste en identificar a la futura planta madre y eliminar a ras de suelo los considerados hermanos que no tengan buen vigor para una óptima producción, esta labor es similar al deshije y se realiza entre la semana 10 y 16 de siembra (Torres S. , 2012).

### **2.10.7.Deschante**

Consiste en eliminar las vainas secas que se desprendan con facilidad. Se debe evitar eliminar vainas verdes para evitar heridas que puedan ser la fuente de ingreso de bacterias y patógenos infecciosos, también evitar la deshidratación de la planta (Torres S. , 2012).

### **2.10.8. Manejo de arvenses**

Las malezas pueden convertirse en uno de los principales problemas de la producción agrícola en los países subdesarrollados, en donde es característico no prestarles la debida atención, debido al escaso conocimiento de aspectos relativos a la interferencia y a la ausencia de programas nacionales de investigación sobre su ecobiología y control. A métodos químicos, se contemplan con preocupación, efectos contradictorios por la aparición de biotipos resistentes a herbicida (Quintero Pertuz & Carbonó Delahoz, 2015).

Para controlar malezas en banano, se aplican diferentes métodos, entre ellos, cultural, mecánico y químico. Este último es el más usado en la mayoría de las plantaciones convencionales. Sin embargo, los altos costos y las normas del comercio internacional de productos agrícolas han obligado al uso de otras prácticas, aunque estas no se recomiendan para grandes hectáreas (Quintero Pertuz & Carbonó Delahoz, 2015).

### **2.10.9. Enfunde**

Se realiza con la finalidad de proteger al racimo y obtener una fruta de calidad. Estas fundas son especiales porque permiten repeler los insectos y mantener aislados otros agentes patógenos que atacan a temprana edad el desarrollo del racimo. La funda crea un microclima estable que contribuye para el desarrollo del racimo desde su estado de bellota hasta la cosecha (IICA, 2013).

### **2.10.10. Encintado**

El encintado consiste en llevar el control la edad del racimo con cintas de diferentes colores con respecto al calendario bananero. Generalmente se emplean ocho colores y cada semana se coloca un color diferente permitiendo al productor calendar la cosecha (IICA, 2013).

### **2.10.11. Desflore**

Labor que consiste en eliminar las flores secas de las puntas de los dedos, con mucho cuidado sin causar alguna lesión que ocasionen daños estéticos en el racimo de banano, se recomienda realizar manualmente desde la mano inferior hasta lograr la totalidad (AGROCALIDAD, 2014).

### **2.10.12. Cirugía de laterales**

Se realiza igual con el desflore y consiste en eliminar 1 o 2 dedos laterales de la mano con el objetivo de obtener un mejor desarrollo de los dedos y una buena conformación de la mano (Torres S. , 2012).

### **2.10.13. Deschive**

Se realiza conjuntamente con la cirugía de laterales, Consiste en eliminar la mano inferior comúnmente llamada “mano falsa” con la finalidad de obtener buen grado y longitud de los dedos requerido en los mercados internacionales. Existen dos tipos de deschive: falsa más 2 (eliminación de tres últimas manos) y falsa más 3 (eliminación de cuatro últimas manos) (Torres S. , 2012)

### **2.10.14. Protección de manos**

Esta labor consiste en colocar un protector plástico entre las manos para evitar el roce entre las mismas provocando malformaciones que afecten la calidad de presentación de la fruta, esta práctica se realiza en la cuarta semana después del deschive y desflore. (Torres S. , 2012)

### **2.10.15. Cosecha**

Previo a la cosecha se realiza la pre-calibración que consiste en medir el grado de la fruta, también se toma en cuenta la edad del racimo que está dado por color de la cinta además las características visuales que indiquen que se puede realizar el corte. (Torres S. , 2012)

Para esta actividad se necesita de dos operadores: una que realice el corte encima de la cicatriz del raquis provocando una inclinación sobre el otro operador que reciba la fruta en una colchoneta sobre el hombro para evitar el maltrato de la fruta y perder la calidad de la misma, luego se traslada hasta el cable vía o empacadora. (Seraquive, 2017)

### **2.10.16. Poscosecha**

Luego de la cosecha la fruta llega a la empacadora y son colgados en vigas, para la revisión de la calidad de la fruta consistencia de almendra, luego el desmanador utilizando una cuchilla desmanadora se va quitando las manos del racimo y colocando en la tina de desmane y desleche. Entre las tinas de desmane y selección se encuentran trabajadores formando clúster de diferentes números de dedos lo van colocando en el tanque de selección donde pueden clasificar la fruta de primera y segunda. Luego va la pesada donde se colocan sobre las bandejas de plástico el peso de fruta establecido, así mismo procede a colocar sobre la bandeja en forma equitativa con la finalidad de facilitar un buen empaque de la fruta. (Vegas, 2012)

Para luego aplicar un fungicida en la corona para evitar pudrición, después se procede al etiquetado en los dedos del clúster, y se procede a su empaque, finalmente está el área de acopio de las cajas empacadas las cuales son trasladadas en camiones refrigerados hasta los principales puertos, son embarcados y trasladados a los mercados finales. (Vegas, 2012)

## **2.11.Enmiendas Edáficas**

### **2.11.1.Biocarbón**

Es producto de la descomposición térmica de residuos orgánicos que son utilizados como materia prima sometidos a un limitado suministro de oxígeno (pirólisis), se distingue del carbón vegetal por su uso como enmienda edáfica y está siendo utilizado como nueva tecnología en diferentes partes del mundo y su uso cada vez se está haciendo más común. (Rebolledo, y otros, 2016)

El biocarbón a diferencia de los productos inorgánicos retiene nitrógeno soluble y lo libera lentamente y esto le permite incrementar la eficiencia de los fertilizantes y de esta manera ayuda a disminuir la pérdida de fertilidad del suelo, permite mayor disponibilidad de agua, aumento de la retención de nutrientes, estímulo de la actividad microbiana también mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se traduce en una mejora de la productividad agrícola (Torres, Ortiz, Ubalde, Sort, & Alcañiz, 2014)

Mejora la capacidad de intercambio catiónico en el suelo (CIC) por lo tanto aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas aumenta el espacio de almacenamiento de agua y con esto estimula los procesos biológicos que permiten mejorar la estructura del suelo. Aporta positivamente al suelo debido a que es un material rico en carbono, de lenta descomposición y buen rendimiento. Los beneficios que se obtienen con su aplicación es mejorar la fertilidad de los suelos por la retención de nutrientes y agua, sobre todo favorece la disponibilidad de los nutrientes esenciales para los cultivos en sus diferentes etapas de desarrollo y por ende mejora los rendimientos de producción, el biocarbón favorece a la actividad microbiana del suelo dando espacio al desarrollo de enemigos naturales (microorganismos benéficos). (Tenesaca, Quevedo, & García, 2020)

### **2.11.2.PowerCalcioVit 35%**

Es un fertilizante que tiene certificación orgánica de fácil solubilidad en agua. Calcio Vit 35% es una suspensión de Óxido de Calcio subhidratado con textura medianamente espesa, en cuanto la suspensión se ponga en contacto con suficiente agua se producirá la hidratación de todo el material hasta la formación de Hidróxido de Calcio, para poder pasar a la solución del suelo, donde se hidroliza, y el  $\text{Ca}^{++}$  residual es asimilado por las raíces, reacciona con otros aniones o es fijado de forma estable por los coloides y arcillas del suelo. (BCA, 2020).

### **2.11.3.Nitrato de Potasio**

Es un fertilizante inorgánico altamente soluble con dos nutrientes esenciales muy importantes. Es muy utilizado en cultivos de alta producción que se benefician con la nutrición de nitratos y potasio. Todo el nitrógeno está inmediatamente disponible para la absorción de las plantas como nitrato no requiriendo acción microbiana o transformación adicional en el suelo. Se utiliza como fuente nutricional a base de nitrato en un esfuerzo por incrementar rendimiento y calidad. Mediante una solución diluida el nitrato de potasio se puede aplicar al follaje de la planta para estimular procesos fisiológicos o para corregir deficiencias nutricionales. (IPNI, 2020).

## **2.12.Parámetros básicos del suelo.**

### **2.12.1.pH.**

El concepto del pH es una propiedad química que mide el nivel de alcalinidad o acidez de las soluciones acuosas. El pH está determinado como el logaritmo negativo, con base 10 de la actividad del H<sup>+</sup> o el logaritmo recíproco de la actividad del H<sup>+</sup> (Osorio, 2012).

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = \log_{10} 1/ [\text{H}^+]$$

El pH del suelo tiene una característica química por lo que indica que tan alcalina o ácida es el suelo, es la rapidez de proceso de humificación y de mineralización y diferentes desarrollos de los microorganismos y diversas solubilidades de recursos nutritivos para los cultivos (Osorio, 2012).

### **2.12.2.Conductividad eléctrica (Ce).**

La CE se define como la conductividad eléctrica de la solución del agua del suelo luego de aumentar una proporción de agua destilada suficiente para llevar el contenido de agua del suelo a punto de saturación (Sigüenza, Ocola, & Guerrero, 2019)

La conductividad eléctrica del suelo es una medida indirecta de la concentración de sales son buenas para los organismos que las consumen disueltas en el agua, no obstante, el exceso puede perjudicar tanto al incremento de las plantas como a la actividad de los microorganismos del suelo. Hay varias escalas que clasifican a los suelos según su salinidad, la interpretación de las mismas depende de varios factores como el clima y textura del suelo. (Cremona & Enriquez, 2020)

### **2.12.3.Materia orgánica (M.O.)**

La materia orgánica (MO) está constituida por conjuntos importantes de compuestos de variable complejidad en un sucesivo estado de cambios, lo que depende de la época de muestreo y las condiciones edafoclimáticas, así como a la cantidad de desechos orgánicos que se pongan al suelo. Los procesos de humificación y mineralización a los que está sujeto son los factores que intervienen en la pérdida de las fracciones de carbono y nutrimentos presentes en el suelo. Soto *et al* (2016).

En la actualidad la materia orgánica es considerada como el principal indicador para medir el grado de fertilidad en los suelos agrícolas. Esquivel *et al* (2018).

### **2.12.4.Capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE).**

Se define como la cantidad de cationes intercambiables presentes en un suelo, la capacidad de retener (cantidad de carga negativa). Comprender la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de un suelo es elemental, ya que este valor nos orienta la condición que tiene un suelo para retener e intercambiar nutrientes. Además, la CIC indica como realizar plan de fertilización para un suelo en base a los requerimientos del cultivo. (INTAGRI, 2015).

## CAPITULO III

### 3.MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.Localización del ensayo

El presente trabajo se realizó en la plantilla de banano que se encuentra ubicada en la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH, situada en el km 5.5 de la vía que conduce Machala -Pasaje, Parroquia El Cambio, Provincia del Oro – Ecuador.

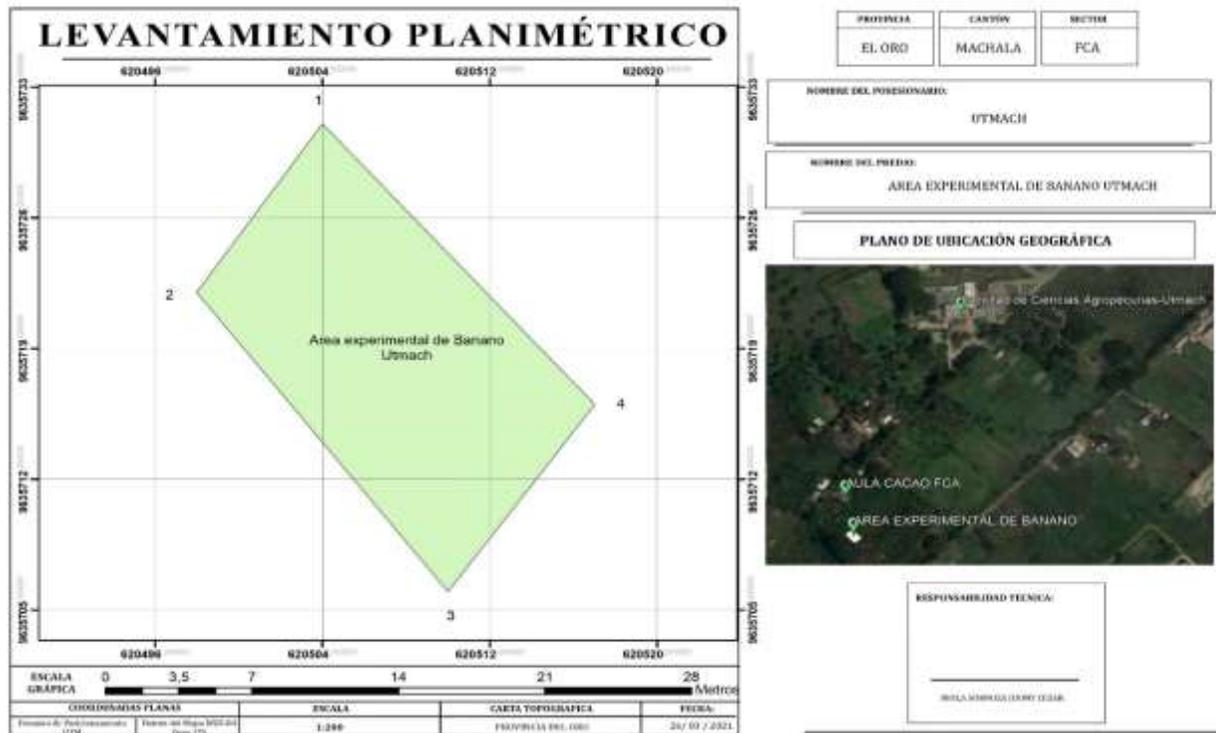


Figura 6. Mapa de Ubicación del área experimental

#### 3.2.Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra en ubicado en las siguientes coordenadas UTM: 6205001.18 meridiano Este y 9635721.37 meridiano Sur; Datum: WGS 84 (World Geodetic System 1984); Zona: 17 Sur; Altitud: 6 msnm.

#### 3.3.Factores climáticos y ecológicos

De acuerdo a la zona natural de Holdridge y la cartografía ecológica del Ecuador, presenta una temperatura de 25°C, precipitación anual de 500 mm, es un clima seco – tropical y con 2 a 3 horas diarias de Heliofanía.

### **3.4.Materiales de campo**

- Bomba de mochila.
- Balde
- Etiquetas
- Machete
- Podón
- Lampa
- Fundas
- Cintas de colores
- Calibrador
- Flexómetro
- Cuchareta de desmane
- Balanza digital para racimos
- Balanza digital gramera
- Libreta de apuntes
- Barreno
- Etiquetas para análisis de suelo
- Cámara fotográfica

#### **3.4.1.Material genético**

Para el trabajo de investigación se seleccionaron 24 plantas de banano del Clon Williams, subgrupo Cavendish, el trabajo se lo realizó con la aplicación de enmiendas edáficas en la banda de abonado, se registraron datos de desarrollo y producción de los hijos de sucesión de cada unidad experimental.

#### **3.4.2.Variables evaluadas**

- Altura de plantas (Al)
- Emisión Foliar (EF)
- Peso de racimo (PR)
- Peso de raquis (PRQ)
- Ratio Procesado (RP)
- Peso de la Mano Sol (PMS)

- Numero de Manos (NM)
- Numero de Dedos en mano del sol (ND)
- Calibración mano del sol (CMS)
- Medición de mano del sol (MMS)
- Calibración última mano (CUM)
- Medición última mano (MUM)
- Número de Hojas a la cosecha (NH)
- Edad Racimos (ER)
- Retorno (RET)

### 3.4.3. Tratamientos

La superficie experimental de estudio fue 300  $m^2$ , donde se establecieron tres bloques, cada bloque fue ocupado por un tratamiento elegido al azar, cada tratamiento contó con ocho unidades experimentales (tabla 2). El trabajo de campo se efectuó desde el 01 de noviembre de 2019 hasta el 30 de diciembre de 2020 en las parcelas de experimentación de banano ubicadas en la Granja Experimental “Santa Inés” de la FCA-UTMACH.

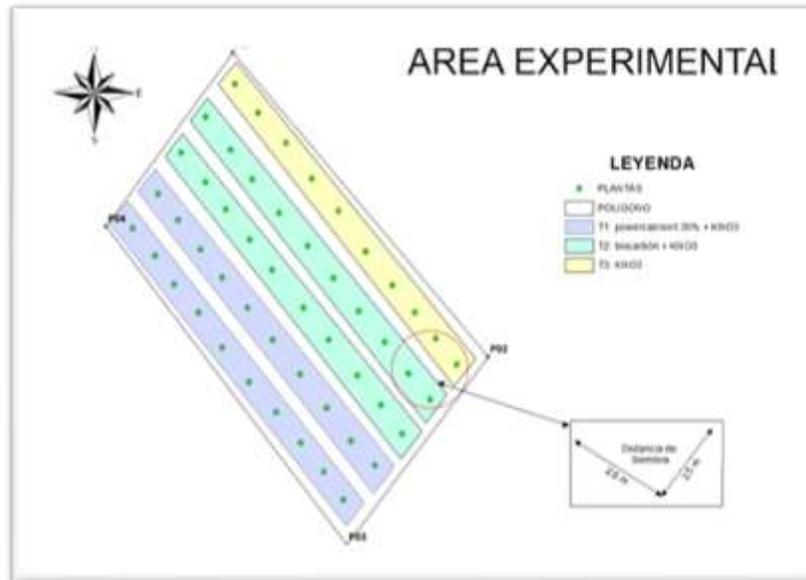
**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos planteados.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	T1R1, T1R2, T1R3, T1R4, T1R5, T1R6, T1R7, T1R8	20 g de Calcio Vit 35% + 30g de nitrato de potasio
T2	T2R1, T2R2, T2R3, T2R4, T2R5, T2R6, T2R7, T2R8	50 g Biocarbón + 30 g nitrato de potasio
T3	T3R1, T3R2, T3R3, T3R4, T3R5, T3R6, T3R7, T3R8	Testigo solo 30 g de nitrato de potasio.

### 3.5. Metodología

#### 3.5.1. Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en el campo según un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones.



**Figura 7:** Croquis del diseño experimental

#### 3.5.2. Análisis de suelo

La toma de muestra se realizó con un barreno tubular a una profundidad de 10 cm, se procedió a tomar 2 submuestra por planta en la banda de abonamiento a una distancia de 20 cm del pseudotallo frente al hijo, se las colocó cada submuestra en un balde para luego mezclar y obtener una muestra homogénea de 1 kg que fue colocada en una funda plástica con su respectiva etiqueta, para enviar al laboratorio.



**Figura 8.** Toma de muestras de suelo.

**Fuente:** Autor

### 3.5.3.Preparación de los tratamientos

Se procedió a preparar los tratamientos.

- Tratamiento # 1 Se procedió a pesar 400 g de PowerCalcio Vit 35%, por ser una pasta, para la aplicación se diluyo con agua limpia para completar una solución de 2000 ml. Se colocó en una bomba de mochila y los 30 g de nitrato de potasio se los reservo para aplicar después de 15 días.
- Tratamiento # 2 Se pesó a pesar 50 g de biocarbón + 30 g de nitrato de potasio, se los mesclar y colocar en unas fundas para cada planta.
- Tratamiento # 3 Se pesó solo los 30 g de nitrato de potasio para cada planta, es el testigo.



**Figura 9.** Preparación de tratamientos.

**Fuente:** Autor

### 3.5.4. Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos se aplicaron cada mes, con la consideración que la banda de abonamiento estaba libre de arvenses y con el suelo en capacidad de campo, en el primer tratamiento se aplicó el PowerCalcio con bomba de mochila aplicando 100 ml para cada planta de la solución, separado del nitrato de potasio con un lapso de 15 días.



**Figura 10.** Aplicación de PowerCalcio Vit 35%.

**Fuente:** Autor

El segundo tratamiento se aplicó alrededor de la planta, esparciéndolo en la banda de abonamiento.



**Figura 11.** Aplicación biocarbón tratamiento 2.

**Fuente:** Autor

Al testigo solo se aplicó nitrato de potasio una vez al mes



**Figura 12.** Aplicación de nitrato de potasio al testigo.

**Fuente:** Autor

### **3.5.5.Labores culturales**

#### **3.5.5.1.Deshije**

Consistió en la eliminación de hijos mal posicionados, por lo que se dejó el hijo más robusto y en mejor perspectiva para mantener una población apropiada con distancias uniformes entre plantas y evitar la competencia por la luz.

#### **3.5.5.2.Deschante**

Se sacó la parte de la vaina seca que se desprendía con facilidad, evitando ocasionar daños a la estructura del pseudotallo, lo que permitiría la entrada de bacterias como también otros patógenos infecciosos.

#### **3.5.5.3.Enfunde**

Esta práctica consistió en proteger la fruta desde el brote de la inflorescencia hasta la cosecha con una funda plástica con pequeñas perforaciones para crear un microclima con el fin de favorecer la apariencia, color, grado y longitud de la fruta, alcanzando un corte de racimo en menor tiempo.

#### **3.5.5.4.Encintado**

Esta labor se realiza al momento del enfunde, amarrando el tallo del racimo en la parte superior con una cinta plástica de color, la cual nos indica la edad del racimo, con esta partica se puede tener un estimado de plantas a cosechar. Para realizar la identificación de la fruta se utilizan cintas de ocho colores diferentes, lo cual cada color representa una semana en calendario y prevenir confusiones al momento de la cosecha.

#### **3.5.5.5.Desflore**

Se realizó esta práctica cuando los dedos y las flores del racimo se ubican paralelo al suelo y su coloración es de blanco a café, permitiendo que el látex no se impregne en la fruta y así ocasionar daños estéticos en la fruta, además el desflore a tiempo evita el desgarre de la fruta y la propagación de enfermedades transmitidas por insectos, bacterias u hongos.

#### **3.5.5.6.Desmane**

Esta labor se la realizó con el objetivo de obtener un racimo más uniforme y que alcance su grado óptimo en menor tiempo, se eliminó la mano falsa más tres: donde se descartó las últimas cuatro manos. Al realizar el desmane se procedió a dejar un dedo en la mano falsa, con el fin de cicatrizar rápido y evitar la pudrición del raquis del racimo.

#### **3.5.5.7.Destore**

Esta práctica se la realizó para mejorar el llenado de los frutos y obtener una mejor estética del racimo, se la realiza de forma manual el quiebre la bellota por debajo de dedo testigo del desmane, pero tener en cuenta el contagio de enfermedades ocasionadas por bacterias u hongos.

#### **3.5.5.8.Cosecha**

Una vez que los racimos han alcanzado la edad adecuada, determinados por el color de la cinta y la semana de corte, fueron pre-calibrados el día anterior a la cosecha, obteniendo los datos de número de hojas a la cosecha, edad del racimo, para luego realizar el corte del racimo con podón y ubicándolo en la “cuna” para ser transportado hasta la empacadora, donde allí se midieron variables como el peso del racimo, peso de raquis, calibración de manos, longitud de manos, número de manos, número de dedos de la mano del sol.

#### **3.5.5.9.Poscosecha**

Este proceso inicia cuando los racimos han sido cosechados y transportados a la empacadora, donde se procede con la revisión de calidad de la fruta, color de la fruta, registro de daños y estropeos, desmanado y pasa al proceso de empacado, previo a un control de calidad y de las especificaciones de la marca y destino de la fruta.

### **3.5.6.Medición de variables**

#### **3.5.6.1.Altura de planta**

Se utilizó un flexómetro tomando la medida desde la base del pseudotallo hasta la bifurcación de las dos primeras hojas.



**Figura 13.** Altura de la Planta

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.2.Emisión foliar**

Se efectuó el registro de esta variable de manera periódica cada semana, observando el estado de la hoja cigarro considerando los estados de desarrollo descritos por Brun (Anexo 6).



**Figura 14.**Toma de datos de emisión foliar

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.3.Peso del racimo (lb)**

Luego que el racimo cumplió las semanas de edad fisiológica para ser cosechado. Se procedió a cortar y transportar hasta la empacadora, donde se tomó el dato del peso en kilogramos del racimo cosechado.



**Figura 15.** Peso del racimo

**Fuente:** Autor

#### **3.5.6.4. Peso del raquis (lb)**

Luego de haber pasado el proceso de desflore y lavado, se pasó a realizar el desmane del racimo tomando el raquis para ser pesado, en la empacadora con una balanza digital.



**Figura 16.** Peso del raquis

**Fuente:** Autor

#### **3.5.6.5. Ratio**

Esta variable se calculó en base al peso neto de la fruta dividido para el peso de la caja procesadas.

#### **3.5.6.6. Peso de mano del sol**

Al momento de la cosecha se desmanó y se pesó la mano de sol.



**Figura 17.** Peso de la mano del sol

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.7. Número de manos**

Se realizó el conteo del número de manos de cada racimo de las plantas evaluadas de la investigación.



**Figura 18.** Número de manos

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.8. Número de dedos**

Se efectuó el conteo del número de dedos de cada mano del racimo de las plantas evaluadas de la investigación.



**Figura 19.** Número de dedos

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.9. Grado de la mano del sol y última mano**

Esta variable se tomó la mano del sol y última mano en el dedo medio con ayuda de un calibrador previo a la cosecha



**Figura 20.** Calibración del racimo

**Fuente:** Autor

### **3.5.6.10. Número de Hojas a la cosecha**

Se procedió al conteo de las hojas en 24 plantas seleccionadas al momento de la cosecha.



**Figura 21.** Número de hojas a la cosecha

**Fuente:** Autor

#### **3.5.6.11. Edad del racimo**

En la misma planta seleccionada se procedió a registrar la edad del racimo mediante el color de la cinta.

#### **3.5.7. Proceso estadístico**

En el proceso estadístico de datos se utilizó el programa SPSS versión 22 ( $\alpha=0,05$ ) para establecer las diferencias significativas entre tres tratamientos de enmiendas edáficas en el cultivo de banano, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor en cada una de las variables y se utilizaron gráficos de media de línea y diagrama de cajas.

## CAPÍTULO IV

### 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación están en base a los tres tratamientos en una plantación de banano orgánico.

#### 4.1.Altura de planta

En la variable altura de las medias mensuales de los tratamientos tenemos como resultado (Gráfico 1) que en el mes de enero del 2020 la mayor altura fue para el tratamiento T2 biocarbón + KNO<sub>3</sub> con 38 cm, seguido por el T1 powercalcio vit35% + KNO<sub>3</sub> con 27.75 cm y con la menor media de crecimiento está el T3 testigo KNO<sub>3</sub> con 22.62 cm, en el mes de mayo del mismo año, la altura de las plantas tanto para el T1 y T2 son de 11.87 cm de crecimiento promedio, mientras que el menor valor en altura es para el T3 con 4.5 cm.

En el resultado global de la variable altura de planta, el mayor promedio fue para el T2 con 21.08 cm de promedio mensual, seguido del T1 con 18.31 cm y con el menor crecimiento el T3 con 15.17 cm, se concuerda con los datos obtenidos en el trabajo de Pérez *et al.* (2013), las plantas de los tratamientos con biocarbón presentaron alturas mayores y una tendencia a un mayor diámetro de pseudotallo.

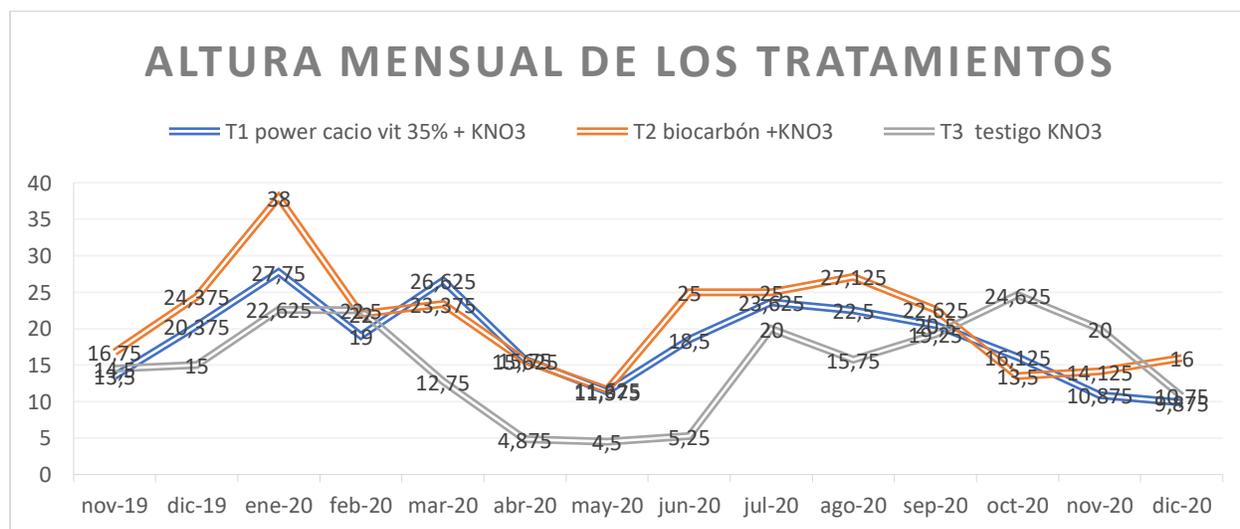
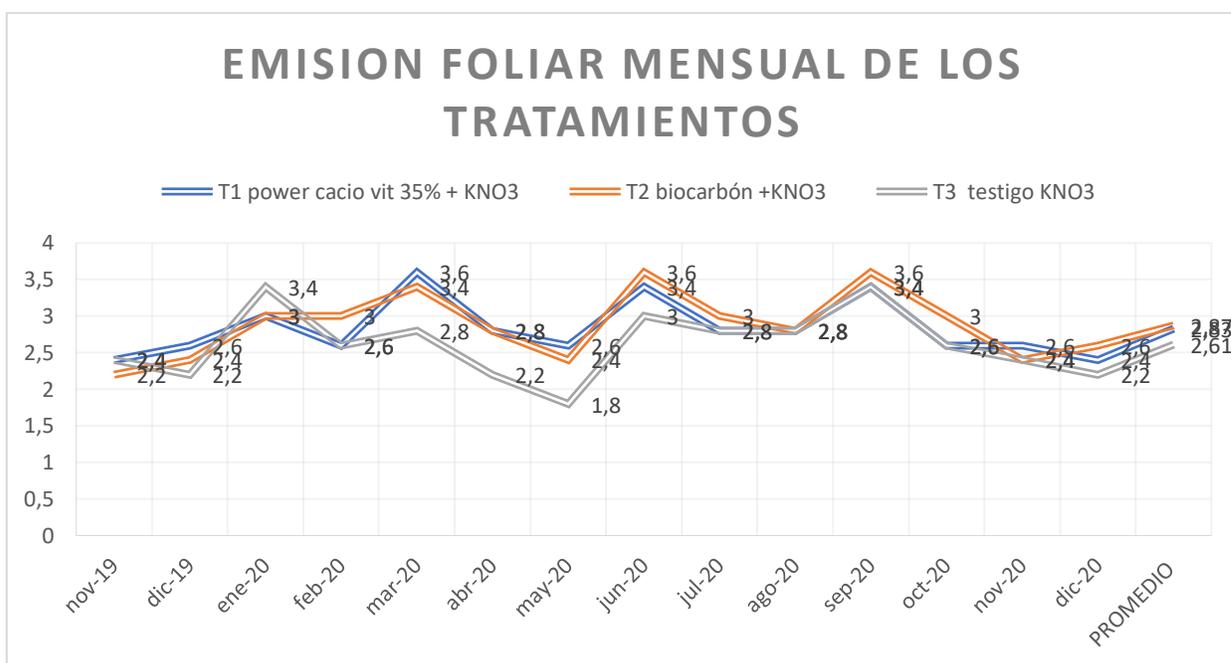


Gráfico 1. Altura de planta.

## 4.2. Emisión foliar

En la variable emisión foliar las medias mensuales de los tratamientos tenemos como resultado (Gráfico 2) que en el mes de julio y septiembre del 2020 la mayor emisión de hojas fue para el T2 con 3.6 hojas, seguido por el T1 con 3.4 hojas y con la menor emisión foliar el T3 con 3 hojas.

En el resultado global de la variable emisión foliar, el mayor promedio fue para el T2 con 2.87 hojas, seguido del T1 con 2.83 hojas y con la menor el T3 con 2.61 hojas.



**Gráfico 2.** Emisión foliar

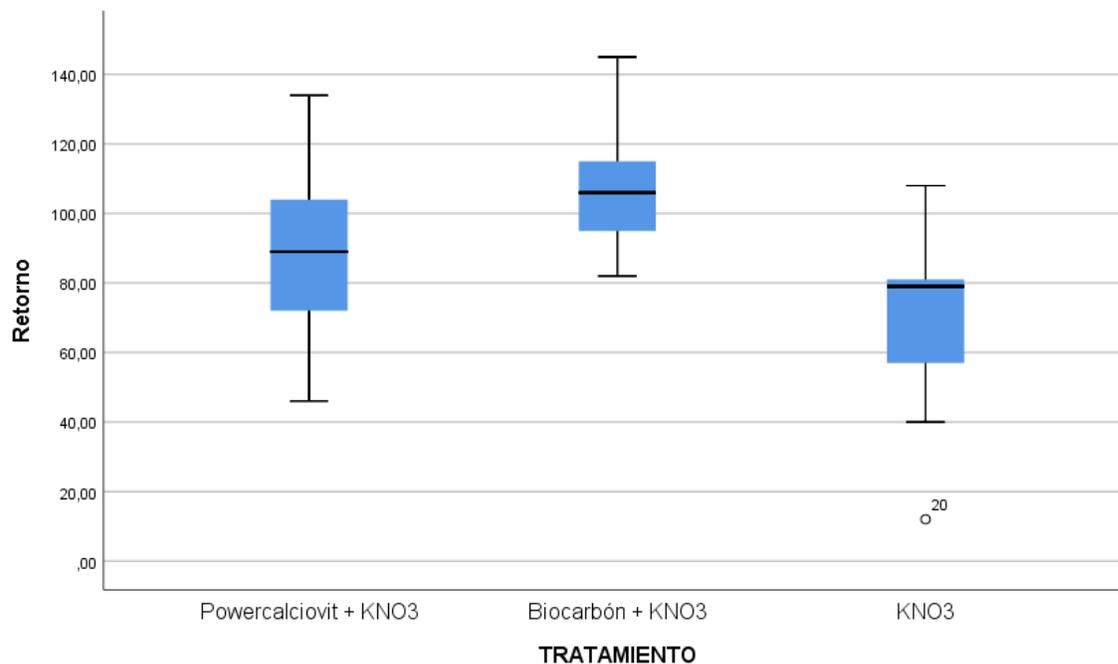
### 4.3.Retorno

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al retorno de los tratamientos, muestra un p-valor de 0.026, el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, si existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 3).

**Tabla 3.** ANOVA de un factor intergrupos para la variable Retorno

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	5815.083	2	2907.542	4.361	.026
<b>Dentro de grupos</b>	14000.875	21	666.708		
<b>Total</b>	19815.958	23			

En la variable retorno, se observa que, si existe diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, se determina que la media de la altura más alta es el T2 el cual presenta menor variabilidad de datos y una asimetría positiva, el cual presentó una media de 107.38 cm, seguido por T1 con una simetría de datos, mayor de dispersión, altura media de 88.75 cm, la menor altura de retorno es el T3 testigo con 69.25 cm, (Gráfico 3), lo que se puede decir que la altura del retorno si se vio influenciado por los tratamientos.



**Gráfico 3.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable retorno.

En el trabajo realizado por Delgado y otros (2019), indican que uno de los principales datos para monitoreo es el incrementar la altura del retorno lo cual llega a establecer la productividad por unidad de producción, entre mayor sea la medida del retorno en menor tiempo la planta producirá un racimo, dependiendo de labores como desbunching y la fertilización del suelo, por lo cual se concuerda que a mejor plan de nutrición la altura del retorno es mayor.

#### 4.4. Peso del racimo

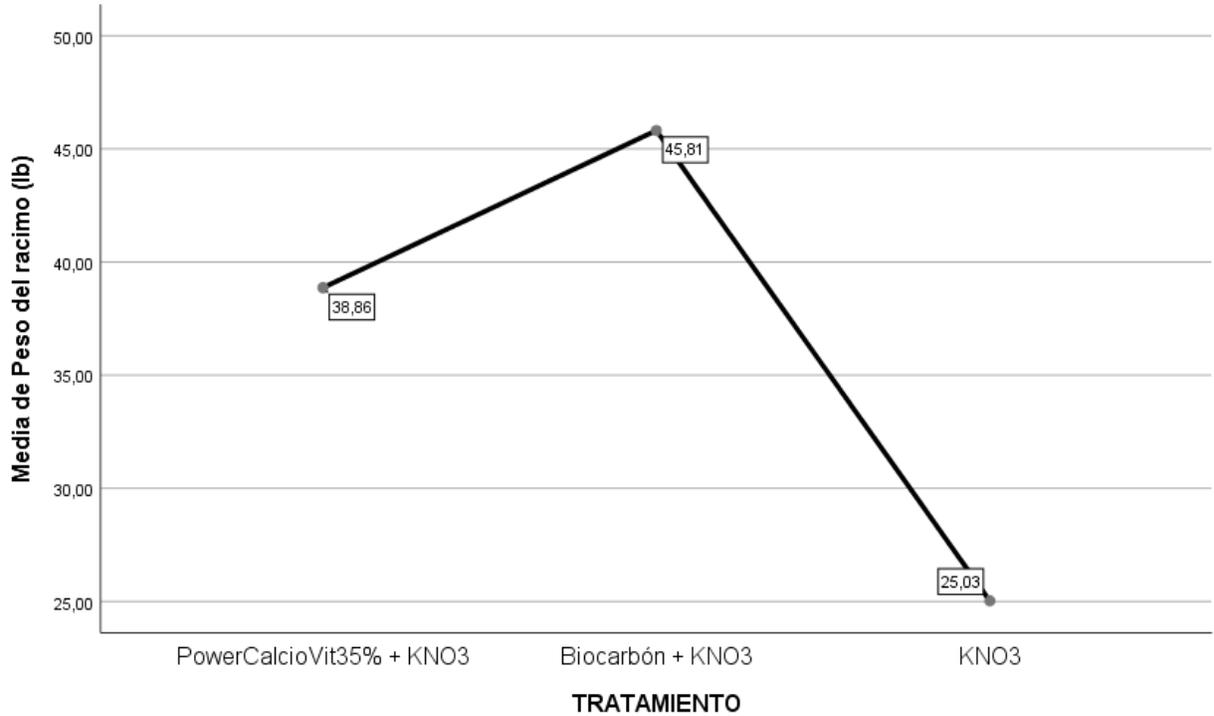
El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al peso del racimo de los tratamientos, muestra un p-valor de 0.064, el cuál es mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 4).

**Tabla 4.** ANOVA de un factor para la variable Peso de racimo.

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	1791.731	2	895.865	3.151	.064
<b>Dentro de grupos</b>	5971.203	21	284.343		
<b>Total</b>	7762.933	23			

Respecto al peso del racimo, se observa que no existe diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, pero se determina que el peso es mayor en el T1 el cual presentó un peso de 45.81 lb, seguido del T2 con un peso de 38.86 lb, el menor peso fue el T3 con 25.03 lb, (Gráfico 4), lo que se puede decir que el peso del racimo si estuvo influenciado por los tratamientos.

En el trabajo realizado por Tenesaca y otros (2020) reporta que en la utilización de biocarbón como enmienda edáfica, aporta considerablemente en el desarrollo del racimo y otros aspectos favorables, con lo cual nos da un resultado similar en el trabajo realizado.



**Gráfico 4.** Media de Peso del racimo (lb) entre los tres tratamientos.

#### 4.5. Peso de raquis

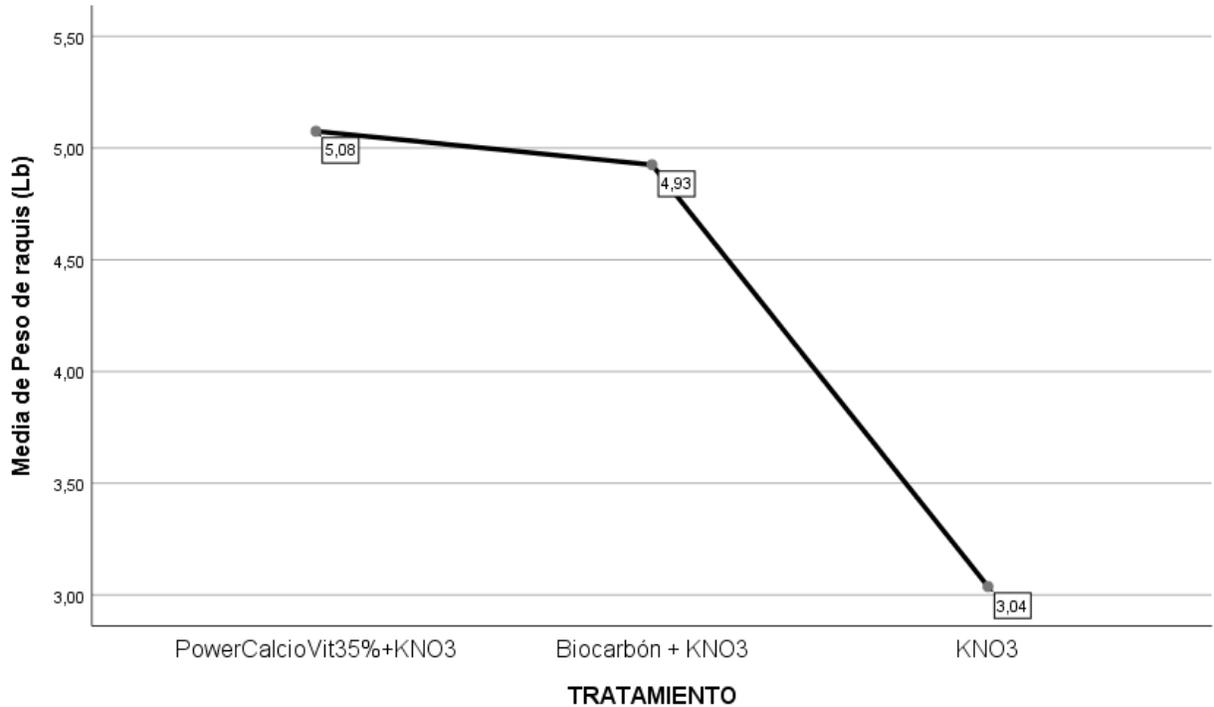
Se realizó análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la variable peso del raquis, la cual dio como resultado un p-valor de 0.051, el cuál es mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 5).

**Tabla 5.** ANOVA de un factor para la variable Peso de raquis.

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	20.631	2	10.315	3.430	.051
<b>Dentro de grupos</b>	63.149	21	3.007		
<b>Total</b>	83.780	23			

El en grafico 5 podemos evidenciar que no hay mayor deferencia entre las medias del tratamiento T1 con 5.08 lb y T2 con 4.93 lb, mientras que T3 se observa un nivel bajo en el peso del raquis con 3.04 lb.

Según Vargas & Valle (2011), la relación tallo y racimo es directa en cualquier condición, coincidiendo con los resultados de esta investigación donde el peso del tallo en los tratamientos es directamente proporcional al peso del racimo en los mismos.



**Gráfico 5.** Media de peso del raquis (lb) entre los tres tratamientos.

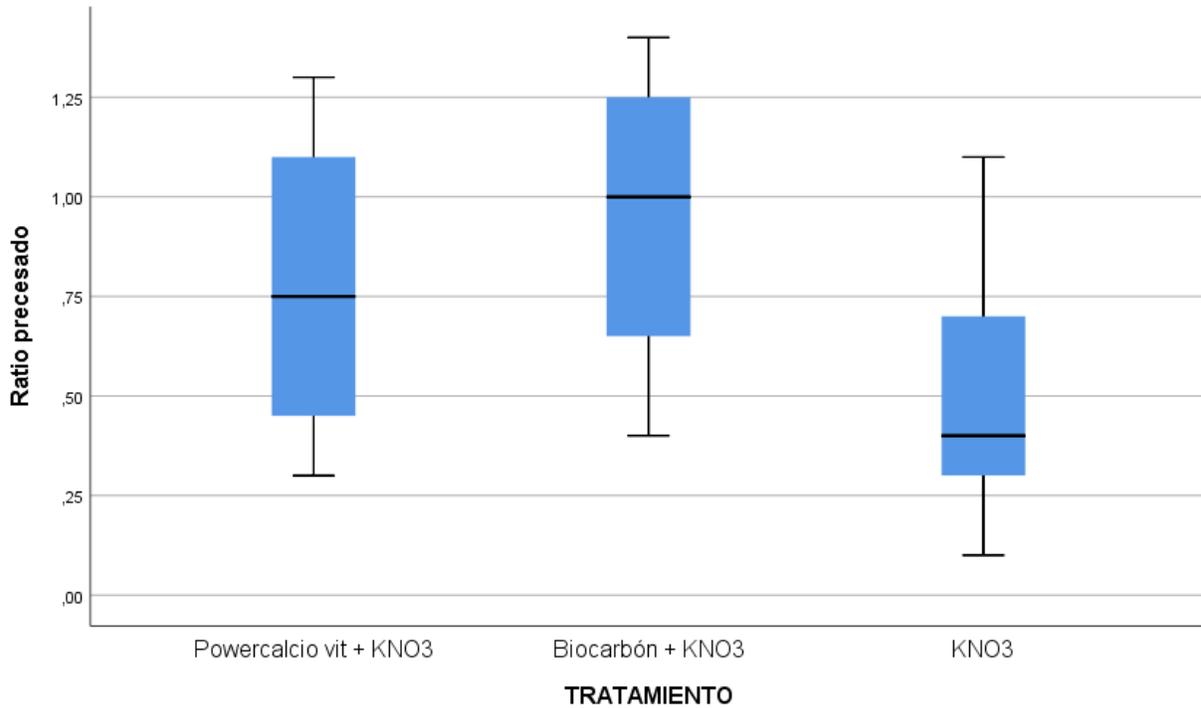
#### 4.6.Ratio Procesado

En la prueba de comparaciones múltiples en la (tabla 6) entre los tratamientos T1 y T2 no hay diferencia significativa, entre el T1 y T3 tampoco hay diferencia significativa y la diferencia significativa de 0.50 entre T2 y T3.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey para variable Ratio procesado

		Diferencias de Medias	Sig.
<b>PowerCalcioVit35%+</b>	<b>BiocharNK</b>	-.17500	.597
<b>KNO3</b>	<b>NK</b>	.27500	.293
<b>Biocarbón + KNO3</b>	<b>PowerCaNitraK</b>	.17500	.597
	<b>NK</b>	.45000*	.050
<b>KNO3</b>	<b>PowerCaNitraK</b>	-.27500	.293
	<b>BiocharNK</b>	-.45000*	.050

Como se puede apreciar en el Gráfico 6, presentan una diferencia estadística el tratamiento T2 que tiene una media de ratio de 0.95, seguido por el T1 con 0.77 y el menor valor de ratio es T3 con 0.50, se concuerda con los datos obtenidos por Azuero y Quevedo (2020) donde la aplicación de biocarbón aumenta la productividad tomando en cuenta el valor de ratio que es la conversión de racimos/cajas.



**Gráfico 6.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable ratio procesado.

#### 4.7. Peso de mano del sol

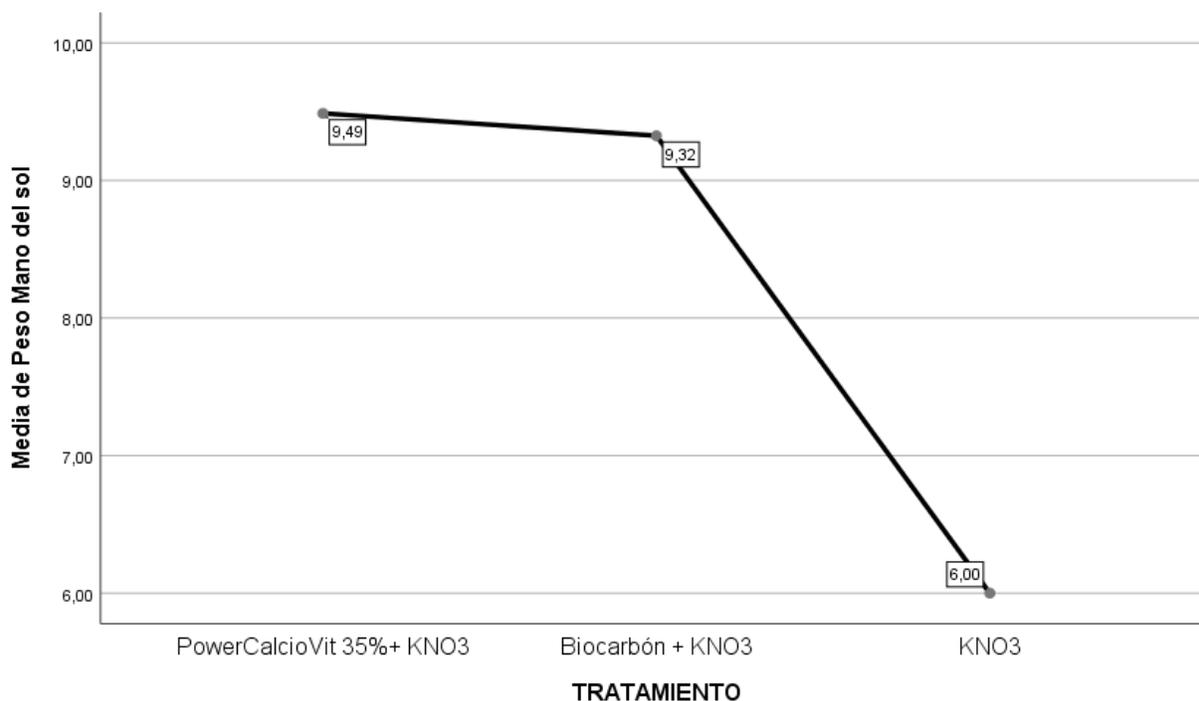
El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al peso de mano del sol, muestra un p-valor de 0.172 siendo mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 7).

**Tabla 7.** ANOVA de un factor para la variable Peso de mano del sol.

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	61.986	2	30.993	1.918	.172
<b>Dentro de grupos</b>	339.404	21	16.162		
<b>Total</b>	401.390	23			

La media de peso de mano del sol se puede observar en el gráfico 7, donde el T1 tiene el mayor peso con una media de 9,49 lb, sin embargo, estadísticamente no existe diferencias significativas, aunque se puede evidenciar que el T3 tiene un menor peso con una media de 6 lb y con una diferencia de 3 lb entre ambos tratamientos, por su parte el T2 con 9,39 lb, valor muy similar al T1, por lo tanto, al incorporar T1 y T2 al suelo, se incrementa el peso de la mano del sol.

En un estudio realizado por Vargas (2013), muestra como resultado que la mano del sol es la que representa la mayor calidad e influye directamente el peso, con los trabajos realizados tales como, sacar las manos inferiores, limpieza del racimo, desflore, buena nutrición de la planta se logra un mejor peso y el dedo más largo, se concuerda que una aplicación de enmiendas ayuda considerablemente en el peso de la fruta.



**Gráfico 7.** Media de Peso mano del sol

#### 4.8. Número de manos

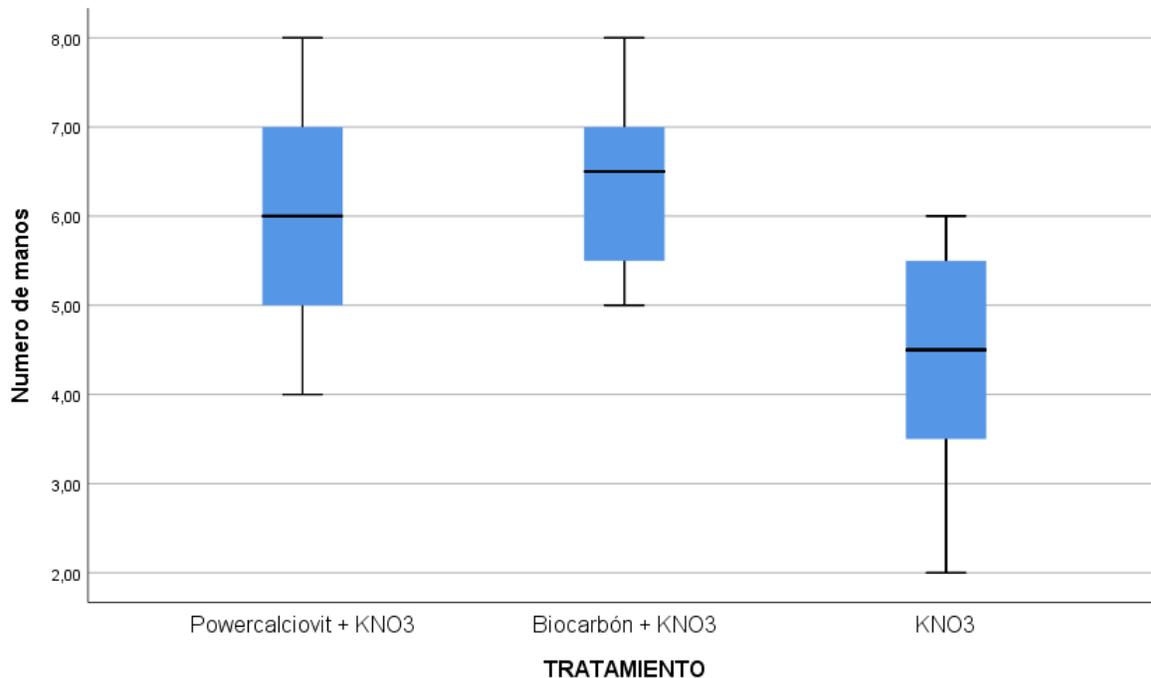
El análisis de varianza realizado al número de manos, muestra un p-valor de 0.014 siendo menor a 0,05; por lo tanto, si existe diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento (Tabla 8).

**Tabla 8.** ANOVA de un factor para la variable Número de manos

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	18.083	2	9.042	5.311	.014
<b>Dentro de grupos</b>	35.750	21	1.702		
<b>Total</b>	53.833	23			

Los resultados obtenidos se observa en el gráfico 8 que con la aplicación T2 se obtiene el mayor número de manos con 6,38 de media y los datos tiene menor variabilidad, por otro lado el T1 tiene un valor similar con 6 manos y los datos son simétricos con un mayor rango de dispersión, sin embargo el T3 se observa 4,38 manos con una asimetría negativa, un valor muy bajo teniendo en cuenta que el T1 y T2 tienen aproximadamente 2 manos más que el testigo, se deja en evidencia que con la aplicación de estos tratamientos no solo se observa mayor número de manos sino que se ve influenciado en variables anteriores.

Según Julca y otros (2020), las enmiendas orgánicas son una alternativa eficiente en el aumento de la producción en los cultivos de banano orgánico, disminuyendo la cantidad de fertilizantes, por este motivo se concuerda que con el biocarbón aumenta la producción en mayor número de manos, peso de las manos y numero de dedos.



**Gráfico 8.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable número de manos

#### 4.9. Número de dedos

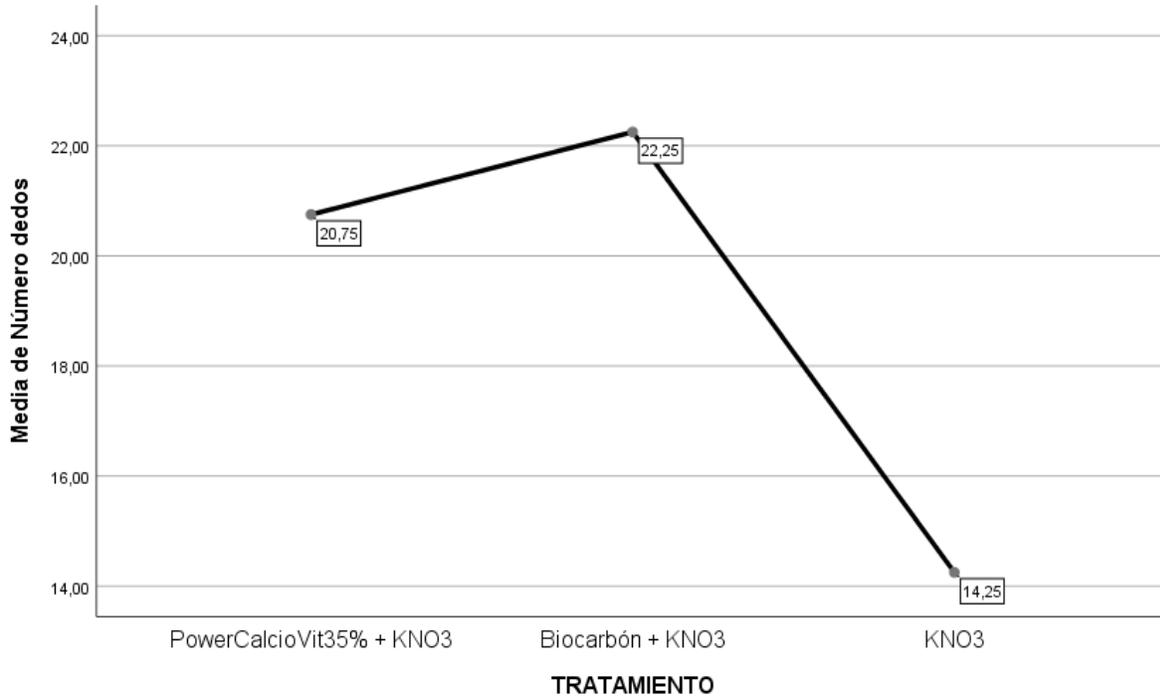
El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al número de dedos, muestra un p-valor de 0,014; por lo tanto, si existe diferencia significativa (Tabla 9).

**Tabla 9.** ANOVA de un factor para la variable Número de dedos

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	289.333	2	144.667	5.307	.014
<b>Dentro de grupos</b>	572.500	21	27.262		
<b>Total</b>	861.833	23			

En el gráfico 9 se observa la media para número de dedos, donde efectivamente el T2 obtuvo el mayor número de dedos con 22,25; por su parte el T1 con 20,75 dedos, sin embargo el T3 por debajo de ambos tratamientos antes mencionados con 14.25 dedos, valor relativamente bajo frente a los demás tratamientos con una diferencia de hasta 8 dedos, por lo tanto el T2 es el mejor para esta variable ya que incrementó significativamente la aparición y desarrollo de los dedos.

En la investigación de Julca y otros (2020), las enmiendas orgánicas son una alternativa eficiente en el aumento de la producción en los cultivos de banano orgánico, disminuyendo la cantidad de fertilizantes, por este motivo se concluye que con el biocarbón aumenta la producción en mayor número de manos, peso de las manos y número de dedos.



**Gráfico 9.** Media de Número de dedos.

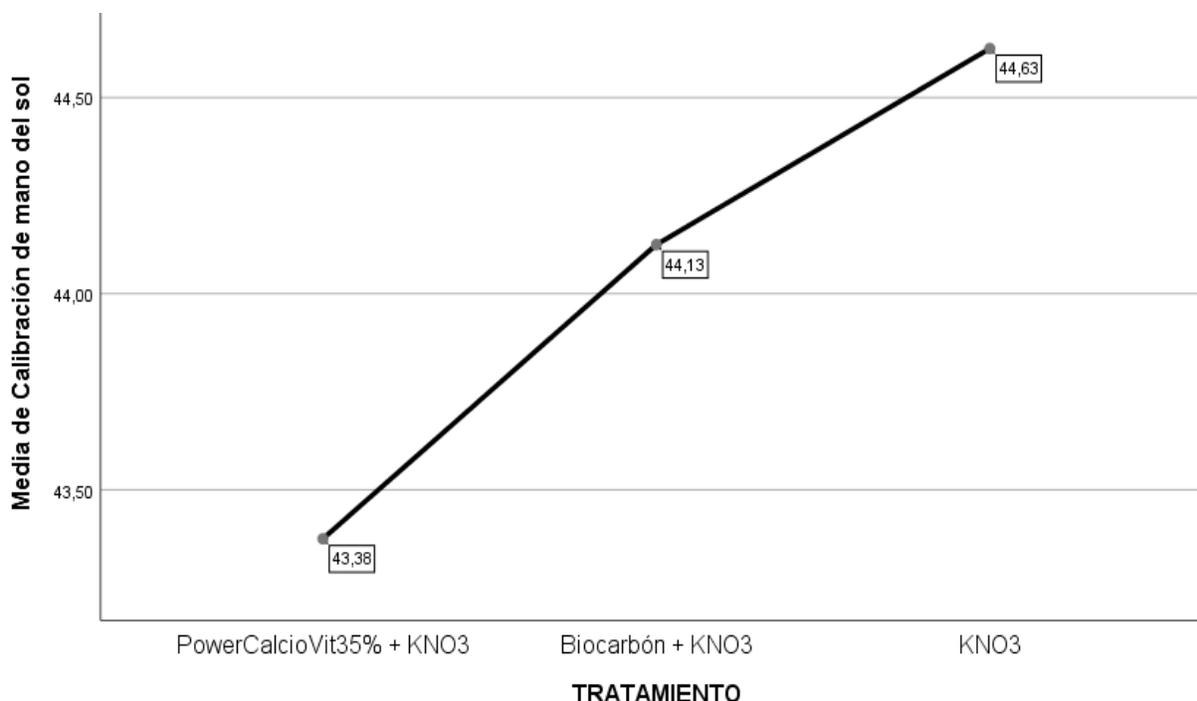
#### 4.10. Calibración de la mano del sol

La calibración de la mano del sol en el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, muestra un p-valor de 0,649 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar que no existe diferencias significativas al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 10).

**Tabla 10.** ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.333	2	3.167	.441	.649
Dentro de grupos	150.625	21	7.173		
<b>Total</b>	<b>156.958</b>	<b>23</b>			

Existe diferencia en el número de manos y dedos al ser aplicados los tratamientos en estudio, sin embargo, en la calibración no existe diferencias en el llenado del fruto, el T1 con 43,38, T2 con 44,13 y T3 con 44,63 teniendo una diferencia de 1.25 (Gráfico 10), por lo tanto, al aplicarse KNO3 la calibración es mayor debido a que la planta absorbe mejor el Potasio y al ser combinado con otros fertilizantes no produce el mismo efecto.



**Gráfico 10.**Media de calibración de la mano del sol.

#### 4.11. Calibración de la última mano

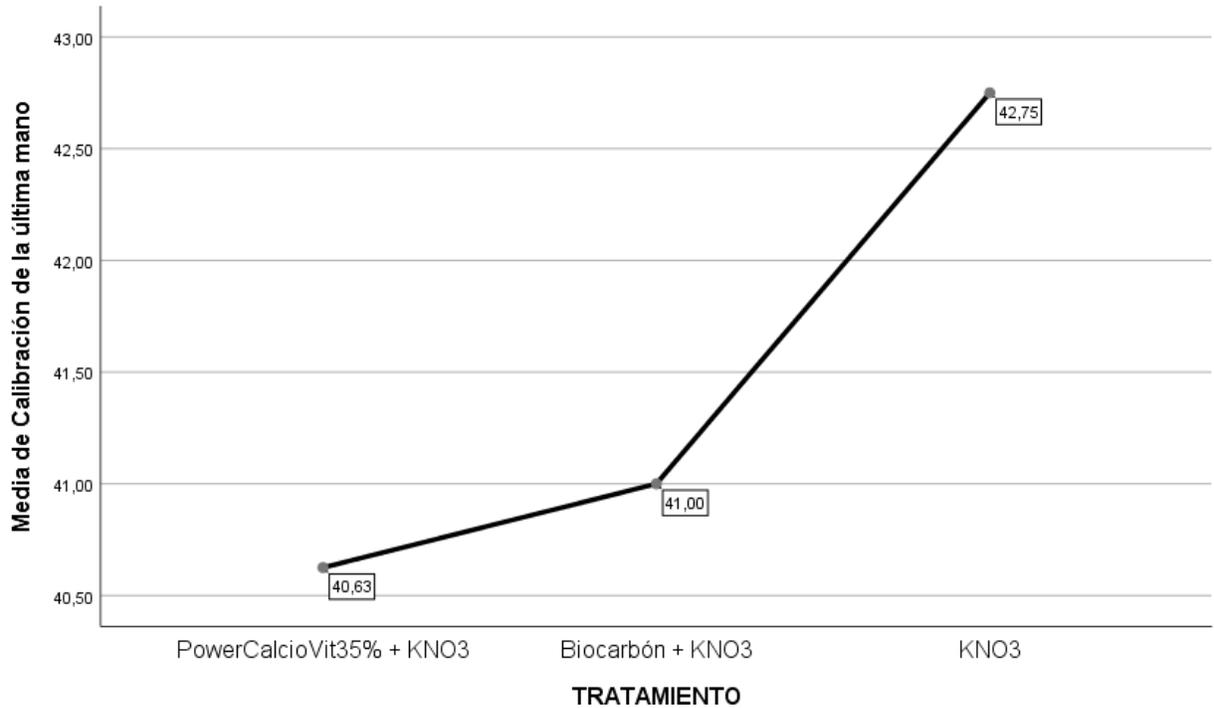
La calibración de la última mano en el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, muestra un p-valor de 0,244 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar que no existe diferencias significativas entre grupos al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 11).

**Tabla 11.** ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20.583	2	10.292	1.507	.244
Dentro de grupos	143.375	21	6.827		
<b>Total</b>	<b>163.958</b>	<b>23</b>			

En el Gráfico 11 se observa la calibración de la última mano, resultando el T3 con 42.75 valor superior a los demás tratamientos teniendo en cuenta que en la variable anterior (calibración de mano del sol) se obtuvo el valor más alto al ser aplicado el mismo tratamiento, por otro lado, el valor más bajo es el T1 con 40,63 seguido del T2 con 41, por lo tanto al aplicarse solo el KNO3 la calibración es mayor debido a que la planta absorbe mejor el Potasio y al ser combinado con otros fertilizantes no produce el mismo efecto.

En el trabajo de Vargas (2012), se determina que el valor de la calibración de la última mano del racimo tiene el grado de exigencia mínima de empaque, está relacionado con la edad de la fruta al momento del corte. Con lo que se concuerda, que depende de la nutrición y de algunas otras labores de campo para alcanzar el grado de corte en el menor tiempo.



**Gráfico 11.** Media de calibración de la última mano.

#### 4.12. Número de hojas a la cosecha

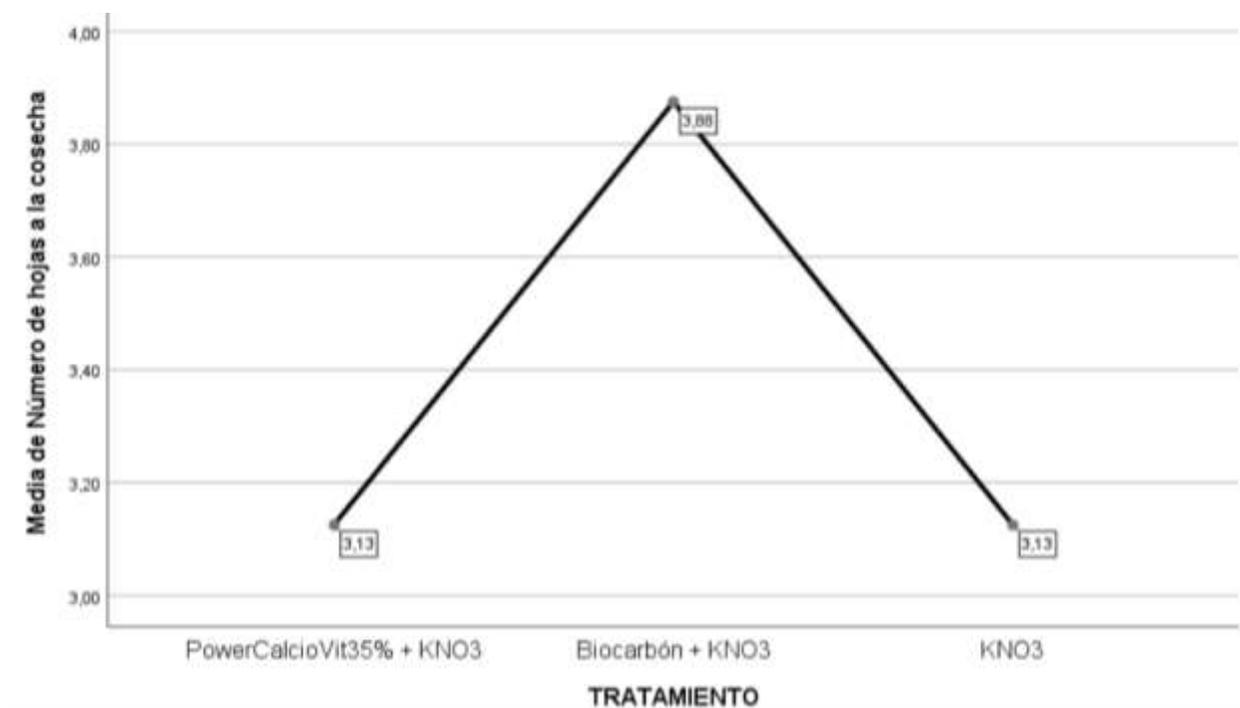
El análisis de varianza (ANOVA) de un factor para el número de hoja a la cosecha, muestra un p-valor de 0,020 siendo menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar diferencias significativas entre grupos al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 12).

**Tabla 12.** ANOVA de un factor intergrupos para la variable Número de hojas a la cosecha.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.000	2	1.500	4.755	.020
Dentro de grupos	6.625	21	.315		
<b>Total</b>	<b>9.625</b>	<b>23</b>			

El número de hojas a la cosecha si se ve afectado por los tratamientos, es decir si existen diferencias entre los tres tratamientos al ser aplicados, el T2 con 3,88 hojas superando a los otros tratamientos, por su parte el T3 y T1 muestran un menor valor, con 3,13 hojas, por lo tanto, la aplicación de biocarbón y nitrato de potasio a las plantas de banano afectaron favorablemente para llegar a la cosecha con el mayor número de hojas (Gráfico 12).

Según Nava & Vera (2004), las condiciones del cultivo de banano se ven afectada directamente el número de hojas a la cosecha por la presencia del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, causal de la sigatoka negra que aumenta el deterioro de las hojas.



**Gráfico 12.** Media de número de hojas a la cosecha.

#### 4.13. Edad del racimo al corte

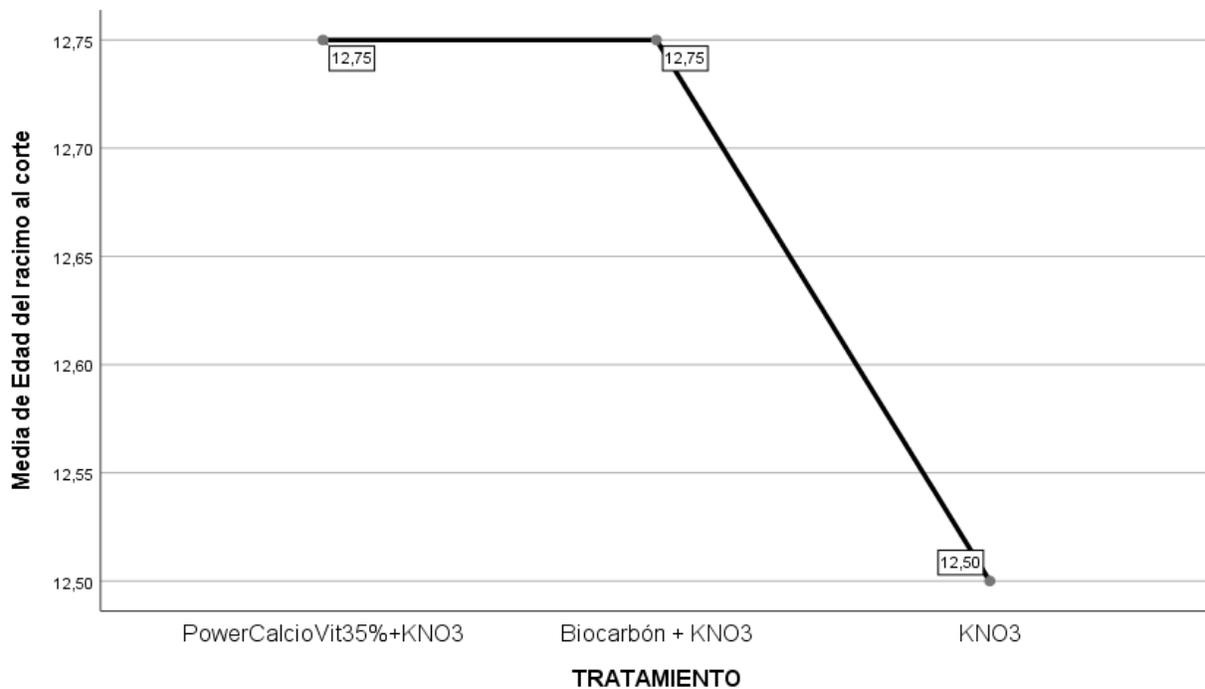
El análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la variable edad del racimo al corte, muestra un p-valor de 0,870 siendo menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar que no existe diferencias significativas entre grupos (Tabla 13).

**Tabla 13.** ANOVA de un factor intergrupos para la variable Edad del racimo al corte

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	.333	2	.167	.140	.870
<b>Dentro de grupos</b>	25.000	21	1.190		
<b>Total</b>	25.333	23			

La media de la edad de corte del racimo se puede observar en el gráfico 10, donde el T1 y T2 tiene son iguales con 12.75 semanas, sin embargo, no existe diferencias significativas, aunque se puede evidenciar que el T3 tiene un menor valor de 12.50 semanas al corte. (Gráfico 13).

En el trabajo de González y otros (2019), la edad del racimo depende del color de la cinta colocada al momento del enfunde, con la cual previo a la cosecha se calibra la última mano, que indica que la fruta esta con el grado requerido para la cosecha y empaque.



**Gráfico 13.** Media de edad del racimo al corte.

#### 4.14. Comparación de parámetros básicos del suelo en el año 2019 y 2020

El primer análisis de suelo se lo realizó en el año 2019 (Anexo1) antes de iniciar la aplicación de los tratamientos, comparando con el segundo (Anexo 2) con un año de diferencia.

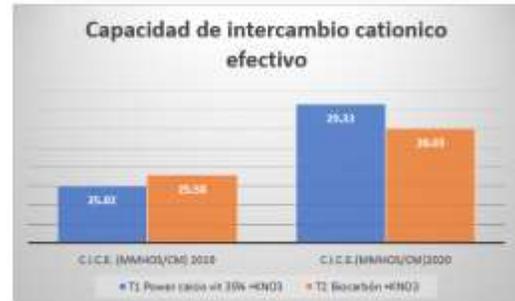
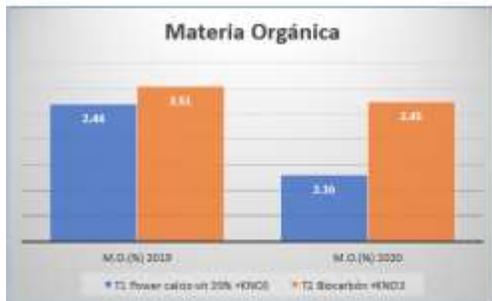
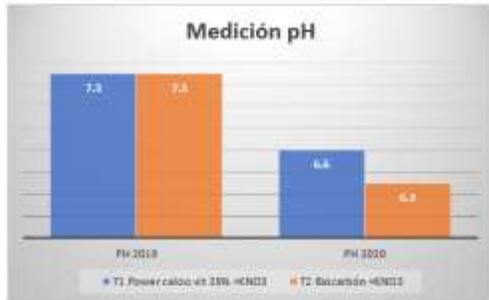
Podemos apreciar en el (Gráfico 14) en la medición del valor del pH tanto el T1 y el T2, partiendo de un valor de 7.3 que se considera como neutro (Anexo 3) en ambos casos, el valor final al tomar la muestra nos dio como resultado que con el T2 disminuyo a 6.3 que se considera como ligeramente ácido (Anexo 3), mientras que en el T1 también disminuyo a 6.6 el pH con una diferencia de 0.7 puntos sigue dentro del rango de neutro (Anexo 3).

Observamos en el (Gráfico 14) los valores de la conductividad eléctrica, en el tratamiento T1 al inicio con un valor de 3.18 mmhos/cm que tiene excesos de sales según (Anexo 4), al final del trabajo tiene un valor de 3.60 mmhos/cm que significa que continua en el rango de exceso, mientras en el T2 al inicio del trabajo con un valor de 2.57 mmhos/cm que corresponde valor alto, y al final de trabajo continua alto con un valor de 2.99 mmhos/cm, con lo cual en los dos casos tenemos sales.

En el presente estudio uno de los parámetros más importantes es la materia orgánica presente en las muestras, en el (Gráfico 14), observamos que en el T1 al inicio de la investigación tiene un % de 2.44 que se considera como medio con la (Anexo 5), y al finalizar la misma con una 2.16% que entra en el rango medio en materia orgánica, de igual manera el T2 comienza con 2.51% y termina con un 2.45% que se considera como medio en materia orgánica.

Por otra parte, como último resultado en el (Gráfico 14) tenemos la capacidad de intercambio catiónico efectivo, comenzando con el T1 que dé inicio tiene un valor de 25.02 meq/100ml que se considera alto, y al final del trabajo tiene un valor de 29.33 meq/100 que se considera alto, en el T2 inicia con un valor de 25.88 meq/100 que es alto y al final da un valor de 28.30 meq/100 que se considera alto.

Según Laird y otros (2010), la aplicación de biocarbón en el suelo puede aumentar hasta en un 20% la capacidad de intercambio catiónico y el cambio de hasta 1 unidad en el valor del pH, se concuerda con el aumento de la CIC con un 9% de aumento y también con el cambio de una unidad en el pH. También en el trabajo realizado por Cha y otros (2016), se ha observado un aumento en la conductividad eléctrica, se concuerda con él.



**Gráfico 14.** Comparación de parámetros básicos del suelo.

## CAPÍTULO V

### 5.CONCLUSIONES

1. Con un manejo adecuado del cultivo y la aplicación de biocarbón, se ve reflejado en la respuesta a una mejor nutrición, logrando un crecimiento más rápido y dejando un retorno de mayor altura, mejorando la calidad fitosanitaria de las plantas de banano mejorando la tolerancia al ataque la Sigatoka negra y demás plagas. Se logró cosechar fruta con calidad de exportación sin aplicar controles químicos al follaje.

2. Se determinó el efecto positivo de la aplicación de PowerCalcioVit35% y Biocarbón en los parámetros agronómicos de producción en banano, con el promedio de todas las variables medidas como peso del racimo, numero de manos y ratio, fue superior el T2 (biocarbón + KNO<sub>3</sub>), logrando un manejo sustentable y amigable con la plantación.

3. Se comparó el efecto de la aplicación de PowerCalcioVit35% frente a la del biocarbón en parámetros básicos del suelo, con una diferencia que se ven influenciados satisfactoriamente con la aplicación del biocarbón, se mantuvo el nivel de materia orgánica que es uno de los más representativos para la nutrición de los suelos y disponibilidad de los nutrientes para la planta.

## **6.RECOMENDACIONES**

Continuar con la investigación de las aplicaciones de biocarbón por estados fenológicos del cultivo para optimizar las dosis para cada etapa del cultivo de banano.

Para futuras investigaciones examinar la relación entre el biocarbón y función de las distintas clases texturales.

## 7.BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD. (2014). *Buenas practicas agricolas para el banano*. Obtenido de Agencia de regulacion y control fito o zoosanitario: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia4.pdf>
- Azuero, B., & Quevedo, J. (2020). Efectos del biocarbón y microorganismos en la producción y estado fitosanitario del banano Orgánico en la parroquia “La Victoria”. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 110-120. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/408>
- BCA. (2020). *Biocorrectores de las Americas*. Obtenido de POWERCALCIOVIT35: <https://podagro.com/wp-content/uploads/2020/11/ficha-tecnica-PowerCalcioVit35-DEF.pdf?x46453>
- Blasco, L. G., & Gómez, M. F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Revista Médica de La Universidad Veracruzana*, 14(2), 22-26. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDREVISTA=220&IDARTICULO=61315&IDPUBLICACION=6082>
- CFN. (2019). *Ficha sectorial: Banano y Platano*. Corporacion Financiera Nacional.
- Cha, J., Park, S., Jung, S., Ryu, C., Jeon, J., Shin, M., & Park, Y. (2016). Production and utilization of biochar: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.06.002>
- Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). *ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO QUE CONDICIONAN SU COMPORTAMIENTO: El pH y la conductividad eléctrica*. EEA Bariloche.
- Esquivel, B., Cuento, J., Cruz, C., Guerrero, A., Jarquín, A., & Burgos, D. (2018). Carbono orgánico y nitrógeno total en suelos forestales de México mediante espectroscopio VIS-NIR. 9(47), 295-313. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325208352\\_Carbono\\_organico\\_y\\_nitrogeno\\_total\\_en\\_suelos\\_forestales\\_de\\_Mexico\\_mediante\\_espectroscopia\\_VIS-NIR](https://www.researchgate.net/publication/325208352_Carbono_organico_y_nitrogeno_total_en_suelos_forestales_de_Mexico_mediante_espectroscopia_VIS-NIR)
- FAOSTAT. (2019). *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

- Frison, E., Escalante, J., & Sharrock, S. (2000). Venta ambulante de banano en India. *INFOMUSA*, 9(1), 28-29.
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez, J., Sandoval, J., & Sousa, H. (2018). Programación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 1-22. Obtenido de [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452018000404001&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452018000404001&script=sci_arttext&tlng=es)
- Gonzabay, R. (2015). *Cultivo del Banano en Ecuador* .
- González , M., Escalona, M., Hernández, M., Figueroa, O., & Caamal, I. (2019). Manejo postcosecha del plátano (Musa x paradisiaca AAA subgroup Cavendish) en tecomán, colina, México. *Agroproductividad*, 12(2), 66-71. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249321424.pdf>
- Guerrero, M. (2010). *Guia Tecnica del cultivo de platano*. PROGRAMA MAG-CENTA-FRUTALES. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>
- IICA. (2013). *Practicas Culturales para Manejo Sanitario de Enfermedades en cultivo de Plátano*. El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganaderia Republica de El Salvador.
- INTAGRI. (2015). La capacidad de intercambio catiónico del suelo. *Articulo Técnico de INTAGRI*, 9(9), 3. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- IPNI. (2020). *Fuente de nutrientes especificos* . Obtenido de Nitrato de Potasio : [https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/E33AED1504ADCE3D85257BBA0059BEAE/\\$FILE/NSS-ES-11.pdf](https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/E33AED1504ADCE3D85257BBA0059BEAE/$FILE/NSS-ES-11.pdf)
- Julca , M., León , K., & Auccota, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). *Manglar*, 17(4), 301-306. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.045>
- Laird, D., Fleming, P., Davis, D., Horton, R., Wang, B., & Karlen, D. (2010). Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158, 443-449. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/212810608.pdf>
- Manrique, A., & Rivera, D. (2012). *Aprovechamiento de los residuos del Pseudotallo del Banano Comun (musa AAA) Para la extracción de fibras textiles*.

- Martínez, A. M., & Cayón, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, 64(2), 6055-6064. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664003>
- Melendez, G. (2019). “*Manejo y prevención de Cochinilla (Pseudococcus sp.) en el racimo de banano en la hacienda María José I, zona de Babahoyo.*”. Babahoyo: Universidad técnica de babahoyo.
- Nava, C., & Vera, J. (2004). Relación del número de hojas a floración y hojas perdidas en el ciclo reproductivo con el peso del racimo en plantas de platano en presencia de Sigatoka negra. *Revista de la facultad de Agronomía*, 21(4), 336-343. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182004000400003&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182004000400003&script=sci_arttext)
- Orellana, H. (2006). *Manual de cultivos. En Cultivo de banano.*
- Osorio, N. W. (2012). pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. *Revista Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegeta*, 1(4), 1-4. Obtenido de <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pérez, R., Tapia, A., Soto, G., & Benjamin, T. (2013). Efecto del Bio-carbón sobre Fusarium oxysporum f. sp. cubense y el desarrollo de plantas de banano (Musa AAA). *InterSedes*, 14(27), 60-100. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-24582013000100004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582013000100004)
- Quevedo, J., Delgado, A., Tuz, I., & García, R. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (Musa x paeadiasiaca L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista científica agroecosistemas*, 7(2), 190-197. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300>
- Quintero Pertuz, I., & Carbonó Delahoz, E. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 9(2), 329-340. doi:<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4188>
- Rebolledo, A., López, G., Moreno, C., Collado, J., Alves, J., Pacheco, E., & Barra, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Revista terra latinoamericana*, 34(3), 367-382.

- Robinson, J., & Galán, V. (2011). *Plátanos y banano*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Rodríguez, A. (2009). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (Musa sp.), variedad Gran enano Cavendish*. Cumbaya: Universidad San Francisco de Quito.
- Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. J. (2006). Influencia delseudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). *Revista Agronomía Colombia*, 2, 276-279. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=180316239009>
- Seraquive, M. (2017). *Caracterización del manejo pos cosecha y cuantificación de las pérdidas de banano (Musa acuminata) orgánico en Los Ríos*. Quito: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS.
- Sigueñas, R., Ocola, L., & Guerrero, J. (2019). Vigilancia de la salinidad del suelo en cultivos de arroz en Lambayeque, periodo 2001-2014 utilizando imágenes de satélite y conductividad eléctrica. *Revista de Investigación de Física*, 22(2), 9-17. Obtenido de [https://fisica.unmsm.edu.pe/rif/previo\\_files/2019-2/02siguenas.pdf](https://fisica.unmsm.edu.pe/rif/previo_files/2019-2/02siguenas.pdf)
- Soto, E., Hernández, M., Luna, H., Ortiz, E., & García, E. (2016). Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(5), 98-105. Obtenido de <http://reibci.org/publicados/2016/oct/1800105.pdf>
- Soto, M. (2015). *Bananos II. tecnologías de producción*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Tenesaca, S., Quevedo, J., & García, R. (2020). Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa X paradisiaca L.) Clon Williams. *Revista Agrosistemas*, 7(3), 134-141. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/328>
- Torres, G., Ortiz, O., Ubalde, J., Sort, X., & Alcañiz, J. (2014). El biocarbón (biochar): una forma de secuestrar carbono y de transferir menos contaminantes al subsuelo y acuíferos. *Jornades Ambientals sobre Contaminació d'Aigua del Subsòl*, 1, 40037.
- Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Piura-Perú: Hidalgo Impresores E.I.R.L.

- Vargas , A. (2012). Grosor del fruto de la última y segunda mano como criterio de cosecha en banano. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 41-46. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212012000100005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212012000100005&script=sci_arttext)
- Vargas , A. (2013). Evaluación de prácticas asociadas con la remoción de flores, frutos laterales o centrales y/o de la primer mano basal en el racimo de banano. *Agronomía Costarricense*, 37(1), 71-90. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242013000100006](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242013000100006)
- Vargas, A., & Valle, H. (2011). Efectos de dos tipos de funda sobre el fruto de banano (Musa AAA). *Agronomía Mesoamericana*, 22(1), 81-89. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212011000100010](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000100010)
- Vargas, R., & Araya, M. (2018). Contenido de raíces en plantaciones comerciales de banano muestreadas en el intermedio madre-hijo y al frente del hijo de sucesión. *Corbana*, 44(64), 97-124.
- Vasquez, R. (2017). *El impacto del comercio del Banano en el desarrollo del Ecuador*.
- Vegas, U. (2012). *Guia tecnica "Asistencia técnica dirigida en Cosecha y Post cosecha de banano organico"*. Perú: Agrobancos.
- Vézina, A., & Baena, M. (2016). Morfología de la planta del banano. . *PROMUSA*.
- Zapata, M. (2015). *Distribucion geografica de la mancha roja en el cultivo de banano organico en el valle del chira*.

## 8.ANEXOS



**AGROBIOLAB**  
**Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.**  
 LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025  
 Av. Bolívar N48-204 y Luis Calisto Urb. Dammar 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador  
 Página Web: www.grupoinvestigacion.com E-mail: info@grupoinvestigacion.com

Datos del Cliente				Referencia		Interpretación			
Cliente : NIOLA BORNOZA JHONNY CESAR	No. Doc. : <b>52924</b>	Textura : Fco = Franco	Elementos : B = Bajo	pH : 4.20					
Prop / Dir : GRANJA SANTA INES	Emisión : 28/10/2019	Arg = Arcilloso	M = Medio						
Cultivo : BANANO	Impresión : 28/10/2019	Ar = Arenoso	S = Suficiente						
Ingreso : 28/10/2019	**Ensayo : 28/10/2019	L = Limoso	A = Alto						
No. Lab. : Desde : 157029	Hasta : 157030	Arg = Arena	E = Exceso						
		Fca = Franca	N = Alcalino						

**Nombre : MUESTRA 1**  
 No. Lab. : 157029 Profund (cm): 0-20 Arena % : 28.000 Arcilla % : 20.000 Limo % : 52.000 Clase Textural: FCO-LI.

*pH	*C.E.	*M.O.	*NH4	P	K	Ca	Mg	*Na	CICE
	mmho/cm	%	ppm	ppm	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml
7.30	3.18E	2.44M	15.20B	18.80A	1.36B	17.60E	4.16B	2.10E	25.02A
				± 3.00	± 0.15	± 3.17	± 0.70		
Cu	Fe	Mn	Zn	*B	*S	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	R1	R2	R3	R4
3.00M	7.20B	2.40B	3.80B	1.17M	170.40E	3.00A	4.20E	3.85B	20.17E
± 0.60	<L.C.	<L.C.	± 1.10						

**Nombre : MUESTRA 2**  
 No. Lab. : 157030 Profund (cm): 0-20 Arena % : 26.000 Arcilla % : 20.000 Limo % : 54.000 Clase Textural: FCO-LI.

*pH	*C.E.	*M.O.	*NH4	P	K	Ca	Mg	*Na	CICE
	mmho/cm	%	ppm	ppm	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml	mg/100ml
7.30	2.57A	2.51M	18.30B	18.60A	1.16B	18.36E	4.36B	1.70E	25.58A
				± 3.97	± 0.35	± 3.50	± 0.74		
Cu	Fe	Mn	Zn	*B	*S	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	R1	R2	R3	R4
3.30M	10.70B	2.90B	3.30M	1.20M	153.10E	3.99A	4.21E	3.75B	19.88E
± 0.64	<L.C.	<L.C.	± 1.25						

(símbolo decimal = L)  
 Los valores con incertidumbre (+-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (n=2)  
 <L.C. = Valor menor al Límite de Cuantificación  
 Métodos: pH 1:2.5 HRD; C.E., Na: Pasta saturada; M.O. - Walkley and Black; Al-H: Olsen Modificado B; Fosfato Marcado; NH4, NO3, SO4-Colorimetr  
 Métodos Valiados: Ca: PEE/ABL01; Mg: PEE/ABL03; P: PEE/ABL00, K: PEE/ABL04; Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL05  
 Nota: Los ensayos marcados con (\*), no tienen aun valores de incertidumbre.  
 \*\*Fecha Inicial de Ensayo; La Fecha Final de Ensayo es cuatro días laborables a partir de la Fecha Inicial de Ensayo.  
 Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar favor del documento total.

Dr. Washington A. Padilla B. Ph.D.  
 Director del Laboratorio

**¡SU EXITO ES NUESTRO!**

*Anexo 1. Análisis de suelo 2019.*



## AGROBIOLAB

### Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Zaldumbide N49-204 y Luis Callejo Urb. Dammer 2 (E) Inca Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador

Página Web: www.grupoagricagnicola.com E-mail: info@grupoagricagnicola.com

## SUELOS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación						
Cliente : NICLA SORNOZA JHONNY CESAR Prop / Dir : CRANJA SANTA INES / TESIS Cultivo : BANANO Ingreso : 09/12/2020 No. Lab. : Desde : 158567	No. Doc.: <b>53877</b> Emisión: 17/12/2020 Impreso: 17/12/2020 Página: 1 de 2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Textura</th> <th>Elementos</th> <th>pH</th> </tr> <tr> <td>           IBSI, S.W. 1973            Fca = Franco            Arc = Arcilloso            As = Arenoso            L = Limoso            Ara = Arena            Fca = Franco         </td> <td>           INSP, W.T. 1975            B = Bajo            M = Medio            S = Suficiente            A = Alto            E = Exceso         </td> <td>           Kobb, Z.E. 1982            Ac = Acido            LAc = Lig. Acido            Pn = Prac. Neutro            LAI = Lig. Alcalino            Al = Alcalino         </td> </tr> </table>	Textura	Elementos	pH	IBSI, S.W. 1973 Fca = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso L = Limoso Ara = Arena Fca = Franco	INSP, W.T. 1975 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	Kobb, Z.E. 1982 Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino
Textura	Elementos	pH						
IBSI, S.W. 1973 Fca = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso L = Limoso Ara = Arena Fca = Franco	INSP, W.T. 1975 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	Kobb, Z.E. 1982 Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino						
No. Lab. : Desde : 158567 Hasta : 158568 **Ensayo : 14/12/2020								

Nombre : MUESTRA 1, 3 años

No. Lab. : 158567 Profund (cm): 0-30 Arena % : 30.000 Arcilla % : 32.000 Limo % : 38.000 Clase Textural: FCD, ARC.

*pH	*C. E. meq/100cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
6.60 Pn	3.60 E	2.10 M	24.70 B	12.90 M ± 3.06	1.01 B ± 0.18	25.88 B ± 3.71	4.86 B ± 0.82	2.80 E	29.33 A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
2.90 M ± 0.58	13.80 B C.L. C.	3.30 B C.L. C.	4.30 M ± 1.83	2.27 M	115.70 E	4.18 E	4.25 E	4.81 A	25.26 E

Nombre : MUESTRA 2, 3 años

No. Lab. : 158565 Profund (cm): 0-30 Arena % : 30.000 Arcilla % : 32.000 Limo % : 38.000 Clase Textural: FCD, ARC.

*pH	*C. E. meq/100cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
6.30 LAc	2.99 A	2.45 M	21.50 B	10.90 M ± 1.74	1.04 B ± 0.18	19.29 B ± 3.47	5.00 B ± 0.85	2.70 E	28.03 A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
3.20 M ± 0.64	9.70 B C.L. C.	2.50 B C.L. C.	3.00 B ± 1.14	2.69 B	115.70 E	3.88 A	3.85 A	4.80 A	23.35 E

Símbolo decimal = (.)

Los valores con Incertidumbre (+) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)

<L. C. = Valor menor al Límite de Cuantificación

Métodos: pH 1:2.5 H2O; C.E., Na: Pasta saturada; M.O.: Walkley and Black; A+H: Olsen Modificado; B: Fosfato Monocálcico; NH4, NO3, SO4: Colorimetr

Métodos Valorados: Ca: PEE/ABL01; Mg: PEE/ABL02; P: PEE/ABL03; K: PEE/ABL04; Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL05

Nota: Los ensayos marcados con (\*), no tienen aún valores de Incertidumbre.

\*\*Fecha Inicial de Ensayo: La Fecha Final de Ensayo es cuatro días laborales a partir de la Fecha Inicial de Ensayo.

Resultados corresponden a muestras analizadas. Si se va a Reinterpretar Resultados del momento envíe

Dr. Washington A. Padilla S. Ph.D.  
Director del Laboratorio

¡EL RESULTADO ES MUESTRA!

*Anexo 2. Análisis de suelo 2020.*

pH	Categoría	Interpretación
< 5.0	Extremadamente ácido	Severa toxicidad por Al y quizá por Mn; Alta probabilidad de deficiencia de P, S, Mo y bases intercambiables; se esperan altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.0-5.5	Fuertemente ácido	Toxicidad moderada por Al y Mn; deficiencia de P, S, Mo y bases; altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.5-6.0	Moderadamente ácido	No se espera la toxicidad por Al; mayor disponibilidad de P, S, Mo y bases. Algunos cultivos susceptibles a la acidez del suelo requieren encalamiento.
6.0-6.5	Ligeramente ácido	Adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
6.5-7.3	Neutro	Altos niveles de Ca, Mg. Algunos cultivos pueden mostrar deficiencias de micronutrientes. La disponibilidad de P puede ser baja.
7.4-8.0	Alcalino	Baja disponibilidad de P y micronutrientes. Altos niveles de Ca, Mg. El Na puede ser un problema.
> 8.0	Muy alcalino	Severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes. El nivel de Na puede ser tóxico.

*Anexo 3. Tabla para interpretación de resultados de pH.*

**Fuente:** ICA.

a)	<b>&lt; 0.4 dS/m</b> Agua muy baja en sales, excelente calidad.
b)	<b>0.4-0.8 dS/m</b> Agua baja en sales, buena calidad.
c)	<b>0.8-1.2 dS/m</b> Agua moderadamente salina, aún de razonable calidad.
d)	<b>1.2-2.2 dS/m</b> Agua salina, calidad cuestionable, dependiendo del tipo de sales.
e)	<b>2.2-3.0 dS/m</b> Agua muy salina, su uso depende del tipo de sales que tiene.
f)	<b>3.0-4.0 dS/m</b> Agua altamente salina, podría usarse en cultivos muy tolerantes dependiendo del cultivo, tipo de sales y del sistema de riego.

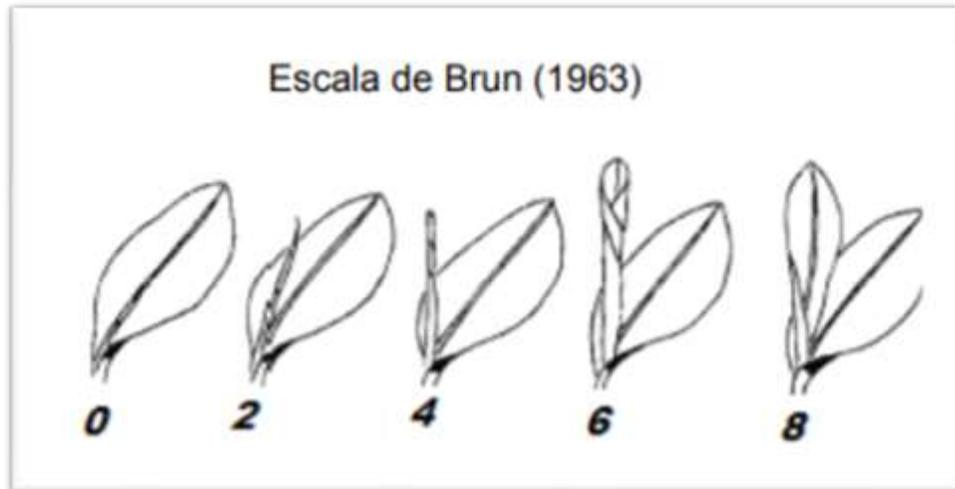
*Anexo 4. Tabla para interpretación de resultados de C.E.*

**Fuente:** Intagri.

Materia orgánica oxidable (%)	Interpretación
<1	Muy baja
1-2	Baja
2-3	Media
3-4	Alta
>4	Muy alta

*Anexo 5. Tabla para interpretación de resultados de materia orgánica.*

**Fuente:** Guía de la fertilidad de suelos.



*Anexo 6. Escala de Brun, para medir la emisión foliar en banano.*

**Fuente:** CIBE-ESPOL.