



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE MEZCLA FÍSICA: FERTILIZANTE QUÍMICO CON  
ENMIENDAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X  
PARADISIACA L.)

QUIÑONEZ BERMELLO MARIA CAROLINA  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE MEZCLA FÍSICA: FERTILIZANTE QUÍMICO  
CON ENMIENDAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE BANANO  
(MUSA X PARADISIACA L.)

QUIÑONEZ BERMELLO MARIA CAROLINA  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE MEZCLA FÍSICA: FERTILIZANTE QUÍMICO CON ENMIENDAS  
EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X PARADISIACA L.)

QUIÑONEZ BERMELLO MARIA CAROLINA  
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 18 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA  
2020

# Tesis de grado MCQB

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

4%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE  
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

2%

2

dspace.utb.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

ftp3.nrc.ca

Fuente de Internet

1%

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Apagado

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

La que suscribe, QUINONEZ BERMELLO MARIA CAROLINA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE MEZCLA FÍSICA: FERTILIZANTE QUÍMICO CON ENMIENDAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE 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.

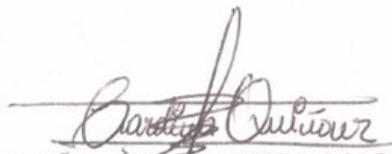
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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.

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

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

Machala, 18 de diciembre de 2020



QUINONEZ BERMELLO MARIA CAROLINA  
0706737897

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado a mis padres Holger Quiñonez y María Bermello, quienes, con infinito amor, esfuerzo y sacrificio, me guiaron para cumplir este objetivo. A mis hermanas Valeria, Stefania y Gabriela por formar parte de mi vida y por apoyarme en los momentos más difíciles. A su vez está dedicado para Bob y Caramelo.

Carolina Quiñonez

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por prestarme vida, darme salud y otorgarme tiempo para poder realizar el presente trabajo de titulación,

A mi familia que son mi inspiración para seguir adelante, cumplir mis objetivos y además son mi apoyo incondicional en todo tiempo:

Gracias infinitas a

- Holger Quiñonez
- Maria Bermello (gracias por despertarme cada mañana)
- Ing. Valeria Quiñonez
- Ing. Stefanía Quiñonez
- Casi Dra. Gabriela Quiñonez
- Ing. Dasiel Jiménez
- Casi Dr. Sebastián Báez
- CPA. Ing. Raúl Vidal

Que dedicaron gran parte de su tiempo para ayudarme a obtener muestras que sirvieron de mucho para culminar mi trabajo de titulación,

Agradezco a mi tutor Ing. José Quevedo, que me supo encaminar y guiar, además de ayudarme con sus conocimientos y revisiones con el fin de realizar y culminar el presente trabajo.

A mis amigos quienes así sea a través de un mensaje estuvieron atentos a este proceso: Anabel Rivera, Johanna Noles, María José Mendoza, Carlos Tacuri, Gonzalo Loayza y Jesús Montaleza.

En serio, agradezco tu optimismo y tu apoyo incondicional Stefanía Quiñonez.

Carolina Quiñonez

## **EVALUACIÓN DE MEZCLA FÍSICA: FERTILIZANTE QUÍMICO CON ENMIENDAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa x paradisiaca L.*)**

**Quiñonez Bermello, Maria**

**Quevedo Guerrero, José**

### **RESUMEN**

El banano es un alimento energético de consumo humano muy apetecido por sus propiedades y beneficios para la salud, adicional este cuenta con componentes nutricionales muy importantes para la salud humana; esto propicia una alta demanda de consumo a nivel mundial, por lo que su cultivo y comercialización cada vez se están extendiendo a más regiones del mundo.

La siembra de banano precisa de labores culturales, requerimientos edáficos y climáticos que los bananeros deben tener en cuenta al momento de su plantación con el fin de recolectar un producto de calidad y cosechas con rendimientos económicos altos y de excelentes características agronómicas, cumpliendo con los estándares internacionales, es por ello que la nutrición de las plantas es clave para cosechar fruta de calidad exportable.

Ecuador por su ubicación geográfica cuenta con la ventaja de tener un clima propicio para el cultivo de banano, sobre todo en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados, Los Ríos, Cotopaxi, Santa Elena, Guayas y El Oro, ocupando así los primeros

lugares en el ranking de exportaciones de esta categoría, generando ingresos de divisas y contribuyendo a la economía interna del país.

Con el fin de cubrir la demanda de los países consumidores del producto, como Rusia, la Unión Europea, Estados Unidos, entre otros, es necesario cosechar el banano en menores ciclos de tiempo para así abastecer dichos mercados, por lo que un programa/cronograma de fertilización asegura la producción y que esta cumpla con los requisitos de calidad exigidos por los demandantes a nivel internacional, reduciendo así los rechazos y siendo competitivos con otros países productores, evitando el desgaste de los suelos y aguas subterráneas por el uso indiscriminado de fertilizantes de origen sintéticos, que siempre contienen materiales inertes y metales pesados en su formulación y que con cada aplicación se acumula en el suelo ocasionando su compactación y contaminación.

Tomando en consideración lo expuesto, la presente investigación se realizó con el propósito de evaluar el efecto de una mezcla física de un fertilizante químico con enmiendas edáficas en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) sobre los suelos con plantaciones en desarrollo destinados para exportación de la finca “La Carmela” que cuenta con 16.8 ha, bajo el sistema de manejo convencional, situada en la Provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia “El Retiro”.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), con 3 tratamientos y 1 testigo, un total de 60 plantas a valorar, cada tratamiento se dosifica de la siguiente manera: T1 (NK 70 gr + Biocarbón 30 gr + Fossil Shell Agro 17 gr + Zeolita 55 gr + Ac. Bórico 8.5 gr + Ox. de Zinc 8.5 gr), T2 (NK 70 gr + Biocarbón 15 gr + Fossil Shell Agro 14 gr + Zeolita 30 gr + Ac. Bórico 5 gr + Ox. de Zinc 5 gr), T3 (NK 70 gr + Biocarbón 5 gr + Fossil Shell Agro 10 gr + Zeolita 12 gr + Ac. Bórico 2.5 gr + Ox. de Zinc 2.5 gr) y testigo. Las variables evaluadas fueron: altura del hijo a la parición (AHP), altura del hijo a la cosecha (AHC), peso del raquis (PRAQ), número de manos por racimo (NMR), número de dedos de mano Sol (NDMS), largo de dedos de mano sol (LDMS), grado de dedo de mano sol (GDMS), número de hojas a la parición (NHP), número de hojas a la cosecha (NHC), largo de dedos de última mano (LDUM), días desde la parición hasta la cosecha (DPC), peso del racimo (PRC). Los datos se analizaron con el software SPSS versión 22. Mediante un ANOVA de un factor y la prueba de Tukey al 0,05 de significancia.

Los resultados obtenidos señalan que en el T3 cuya composición es NK 70 gr + Biocarbón 5 gr + Fossil Shell Agro 10 gr + Zeolita 12 gr + Ac. Bórico 2.5 gr + Ox. de Zinc 2.5 gr obtuvo las medidas más significativas estadísticamente, las variables de número de manos del racimo tiene una media de 6.25, respecto al número de dedos de mano sol posee un promedio de 20 a diferencia de los demás tratamientos, la calibración en este tratamiento oscila en 44.80 grados, la variable días desde la parición hasta la cosecha presenta una media de 87 días, lo que representa 12.45 semanas en época de frío, lo cual es el tiempo ideal desde la parición a la cosecha con temperaturas frías como las de los meses de agosto y septiembre de este año 2020.

Hay que tener en cuenta que siendo el tratamiento que mayores variables favorables presenta en los resultados, el T1 obtuvo las mayores medias directamente relacionadas a la productividad tales como número de hojas a la cosecha, y largo de los dedos de las manos en general (sol y última), lo que aportó también a tener mejores pesos de racimo, el T4 tuvo valores altos en el número de hojas en la parición, en las alturas del hijo (parición y cosecha), el T2 tuvo en algunas variables ligeramente diferentes con el T1 pero no lograron ser significativas. En conclusión, el uso de biochar en mezclas físicas con fertilizantes sintéticos mejoran la productividad del cultivo de banano, permiten bajar la dosis de fertilizante químico a utilizar y mejoran la calidad de las cosechas.

**Palabras clave:** biocarbón, producción, nutriente, zeolita

**PHYSICAL MIXING EVALUATION: CHEMICAL FERTILIZER  
WITH EDAPHIC AMENDMENTS IN BANANA CROPS (*Musa x  
paradisiaca L.*)**

**Quiñonez Bermello, Maria**

**Quevedo Guerrero, José**

**SUMMARY**

The banana is an energetic food of human consumption very wanted by its properties and benefits for the health, additional this one counts on very important nutritional components for the human health; this favors a high demand of consumption at world-wide level, reason why its culture and commercialization every time are extending to but regions of the world.

The banana plantation requires cultural labors, edaphic and climatic requirements that banana growers must take into account at the time of planting in order to harvest a quality product and crops with high economic yields and excellent agronomic characteristics, meeting international standards, which is why plant nutrition is key to harvesting exportable quality fruit.

Ecuador, due to its geographical location, has the advantage of having a favorable climate for the cultivation of bananas, especially in the provinces of Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados, Los Ríos, Cotopaxi, Santa Elena, Guayas and El Oro, thus occupying the first places in the ranking of exports in this category, generating foreign exchange earnings and contributing to the country's internal economy.

In order to cover the demand of the consumer countries of the product, like Russia, the European Union, the United States, among others, it is necessary to harvest the banana in smaller cycles of time to thus supply these markets, reason why a program/schedule of fertilization assures the production and that this one fulfills the quality requirements demanded by the demanders at international level, thus reducing rejects and being competitive with other producing countries, avoiding the wear and tear of soils and groundwater due to the indiscriminate use of synthetic origin fertilizers, which always contain inert materials and heavy metals in their formulation and which with each application accumulates in the soil causing its compaction and contamination.

Taking into consideration the above, the present investigation was carried out with the purpose of evaluating the effect of a physical mixture of a chemical fertilizer with edaphic amendments in the banana crop (*Musa x paradisiaca* L.) on the soils with plantations in development destined for export of the farm "La Carmela" that has 16.8 ha, under the conventional management system, located in the Province of El Oro, Machala canton, "El Retiro" parish.

A completely randomized block design (BCA) was used, with 3 treatments and 1 control, a total of 60 plants to be evaluated, each treatment was dosed as follows: T1 (NK 70 gr + Biocarbon 30 gr + Fossil Shell Agro 17 gr + Zeolite 55 gr + Boric acid 8.5 gr + Zinc oxide 8.5 gr), T2 (NK 70 gr + Biocarbon 15 gr + Fossil Shell Agro 14 gr + Zeolite 30 gr + Zinc oxide 8.5 gr). Boric 5 gr + Zinc Oxide 5 gr), T3 (NK 70 gr + Biocarbon 5 gr + Fossil Shell Agro 10 gr + Zeolite 12 gr + Boric 2.5 gr + Zinc Oxide 2.5 gr) and control. The evaluated variables were: height of the son to the childbirth (AHP), height of the son to the harvest (AHC), weight of the rachis (PRAQ), number of hands for bunch (NMR), number of fingers of hand Sun (NDMS), length of fingers of hand Sun (LDMS), sun finger grade (GDMS), number of leaves at calving (NHP), number of leaves at harvest (NHC), length of fingers of last hand (LDUM), days from calving to harvest (DPC), bunch weight (PRC). The data were analyzed with SPSS software version 22. By means of a one factor ANOVA and Tukey's test at 0.05 significance.

The results obtained indicate that in T3 whose composition is NK 70 gr + Biocarbon 5 gr + Fossil Shell Agro 10 gr + Zeolite 12 gr + Boric acid 2.5 gr + Zinc oxide 2.5 gr obtained the

most statistically significant measures, the variables of number of hands of the bunch have an average of 6.25, with respect to the number of sun fingers it has an average of 20 unlike the other treatments, the calibration in this treatment oscillates in 44.80 degrees, the variable days from farrowing to harvest presents an average of 87 days, which represents 12.45 weeks in the cold season, which is the ideal time from farrowing to harvest with cold temperatures like those of August and September of this year 2020.

It should be noted that being the treatment that presents the most favorable variables in the results, the T1 obtained the highest averages directly related to productivity such as number of leaves at harvest, and length of fingers in general (sun and last), which also contributed to having better bunch weights, the T4 had high values in the number of leaves in farrowing, in the heights of the child (farrowing and harvest), the T2 had in some variables slightly different with the T1 but failed to be significant. In conclusion, the use of biochar in physical mixtures with synthetic fertilizers improves banana crop productivity, allows lowering the dose of chemical fertilizer to be used and improves crops quality.

**Keywords:** biocarbon, production, nutrients, zeolite

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	16
<b>OBJETIVOS</b>	18
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	18
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	18
<b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	19
<b>2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE BANANO</b>	19
2.1.1. Origen	19
2.1.2. El banano en Ecuador	19
2.1.3. Comercialización de banano	20
<b>2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA</b>	20
<b>2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA</b>	21
2.3.1. Sistema radicular	21
2.3.2. Rizoma o cormo	22
2.3.3. Sistema foliar	23
2.3.4. Inflorescencia	25
2.3.5. Racimo	25
<b>2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS</b>	26
2.4.1. Clima	26

2.4.2.	Suelo	29
2.5.	MANEJO Y CUIDADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BANANO	30
2.6.	FERTILIZACIÓN DE SUELO Y ENMIENDAS EDÁFICAS	36
2.6.1.	Nitrato de potasio	37
2.6.2.	Zeolita	38
2.6.3.	Biocarbón	39
2.6.4.	Fossil Shell Agro	39
2.6.5.	Óxido de Zinc	40
2.6.6.	Ácido bórico.	40
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1.	MATERIALES	41
3.2.	METODOLOGÍA	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
5.	CONCLUSIONES	61
6.	RECOMENDACIÓN	62
7.	BIBLIOGRAFÍA	63
8.	ANEXOS	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Mezcla homogénea de los tratamientos</i> .....	45
<i>Figura 2.- Variable de altura de hijo a la parición (AHP)</i> .....	48
<i>Figura 3.- Mediana y cuartiles para altura de hijo a la parición</i> .....	49
<i>Figura 4.- Variable de número de hojas a la parición (NHP)</i> .....	49
<i>Figura 5.- Mediana y cuartiles para número de hojas a la parición</i> .....	50
<i>Figura 6.- Variable de altura de hijo a la cosecha (AHC)</i> .....	50
<i>Figura 7.- Mediana y cuartiles para altura de hijo a la cosecha</i> .....	51
<i>Figura 8.- Variable de número de hojas a la cosecha (NHC)</i> .....	51
<i>Figura 9.- Mediana y cuartiles para número de hojas a la cosecha</i> .....	52
<i>Figura 10.- Variable peso del racimo (PRC)</i> .....	52
<i>Figura 11.- Mediana y cuartiles para peso de racimo</i> .....	53
<i>Figura 12.- Variable de peso del raquis (PRAQ)</i> .....	53
<i>Figura 13.- Mediana y cuartiles para peso de raquis</i> .....	54
<i>Figura 14.- Variable de número de manos de racimo (NMR)</i> .....	54
<i>Figura 15.- Mediana y cuartiles para número de manos de racimo</i> .....	55
<i>Figura 16.- Variable número de dedos de mano sol (NDMS)</i> .....	55
<i>Figura 17.- Mediana y cuartiles para número de dedos de mano sol</i> .....	56
<i>Figura 18.- Variable grado de dedos de mano sol (GDMS)</i> .....	56
<i>Figura 19.- Mediana y cuartiles para grados de dedos de mano sol</i> .....	57
<i>Figura 20.- Variable largo de dedos de mano sol (LDMS)</i> .....	57
<i>Figura 21.- Mediana y cuartiles para largo de dedos de mano sol</i> .....	58

<i>Figura 22.- Variable de largo de dedos de última mano (LDUM) .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 23.- Mediana y cuartiles largo de dedos de última mano.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 24.- Variable de días desde la parición hasta la cosecha (DPC) .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 25.- Mediana y cuartiles para días desde la parición hasta la cosecha.....</i>	<i>60</i>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Tratamientos y composición.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 2. ANOVA de un factor.....</i>	<i>47</i>

## 1. INTRODUCCIÓN

El banano es un producto alimenticio de demanda internacional, ya que entre sus propiedades nutritivas consta de vitaminas, agua, hidratos de carbono, grasa y fibra y es considerado como un alimento energético (Naturland, 2001), muy beneficioso para la salud.

La comercialización de banano a nivel mundial se produce en más de 1000 variedades de bananos, resultando cada día una evolución en el mercado, tal es el caso que con el pasar de los años la producción de banano a nivel mundial y la demanda de este se ha ido incrementando al igual que el consumo principalmente en la Unión Europea y Rusia alcanzando en el año 2019 una estimación de exportaciones mundiales por 20.2 millones de toneladas de banano, teniendo un incremento con respecto al 2018 del 5% (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020).

Ecuador hasta la actualidad es el país principal en exportación de banano en el mundo, abasteciendo los mercados primariamente en Europa, aportando este rubro en la economía del país, representando un 30% de las exportaciones en el año 2018 y teniendo el sector bananero la representación del 2% en el PIB general por exportación de esta fruta, otorgando trabajo a muchas familias y beneficiando a millones de personas; la exportación de banano ecuatoriano ha tenido un constante crecimiento en los últimos 3 años debido a que los productores han aumentado su productividad por hectárea, es decir, mayor número de cajas por hectáreas producidas (Ministerio de comercio exterior, 2017).

La producción de banano en el Ecuador está desarrollada principalmente en la costa, en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados, Los Ríos, Cotopaxi, Santa Elena, Guayas y El Oro (AGROCALIDAD), ya que en estas zonas aportan un buen ambiente y desarrollo del banano, además de que cuentan con los requerimientos climáticos necesarios para producir una cosecha con buenos rendimientos financieros y de calidad, que sean competitivos con el mercado mundial y cumplan con los estándares de calidad demandados por el comercio internacional y su reglamento.

Los productores de banano deben realizar ciertas labores agrícolas con el fin de producir una fruta de calidad, por lo que la fertilización y el cuidado del suelo es una tarea fundamental que los bananeros deben observar, pues esta actividad ayuda a que sus cultivos

sean más rentables y así obtener buenos rendimientos y beneficios para la producción, es por ello que los aportes de nutrientes y minerales en el suelo del cultivo son primordiales y más que todo las enmiendas edáficas, ya que son tareas necesarias para explotar la tierra y mejorar la producción, cuidando los nutrientes requeridos por el cultivo de banano.

Los elementos como el nitrato de potasio, la zeolita, el carbón, fossil Shell Agro, óxido de zinc y ácido bórico son componentes orgánicos y químicos que ayudan al rendimiento del suelo, ya que gracias a su implantación en los suelos trascienden a acortar los ciclos de producción, nutrir la tierra y además no permiten el desgaste de los suelos, por lo que es necesario realizar un programa de fertilización enfocados en esta labor para así ser competitivos a nivel mundial y tener excelentes cosechas en ciclos periódicos sin perjudicar las cosechas siguientes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de una mezcla física entre un fertilizante químico con enmiendas edáficas orgánicas en tres dosis diferentes en el cultivo de banano.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la reacción que existe entre un producto químico y enmiendas orgánicas aplicados en los suelos para cultivo de banano.
- Evaluar el incremento de producción de plantas de banano tratadas con tres dosis diferentes de la mezcla física desde la floración a la cosecha en dichas plantas.
- Determinar la importancia del uso de fertilizantes químicos con enmiendas orgánicas para una mejor producción.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE BANANO**

#### **2.1.1. Origen**

El banano es una hierba perenne monocotiledónea de gran altura que se encuentra en los trópicos húmedos y subhúmedos en altitudes bajas a medias (Arteaga, 2015).

Desde el punto de vista de Gonzabay (2013) indica que el fruto del banano contiene un alto valor nutricional para el consumo humano y Vargas, Watler, Morales, & Vignola (2017) afirman que es una de las frutas tropicales que más importancia tiene desde un punto vista económico.

En lo manifestado por (Clare, 2005), citado por Gonzabay (2013) menciona que el banano tiene su origen en India, Malasia, Indonesia y Pupa Nueva Guinea y se ha cultivado desde hace aproximadamente 10000 años, inicialmente en Kuk en el Valle de Wahgi, Nueva Guinea.

En la opinión de Clare (2005) manifiesta que existen dos teorías para la llegada del banano América, la primera es con la llegada de los españoles hace aproximadamente 2000 años, traídos por los austronesicos y la segunda teoría es que el banano fue importado a las Islas Canarias por los europeos.

#### **2.1.2. El banano en Ecuador**

En Ecuador, el cultivo del banano empieza en la década de los cuarenta del siglo XX, como lo hace notar Correa (2012) y en la cual menciona que, con el trabajo en conjunto de las compañías extranjeras y el gobierno nacional en ese tiempo liderado por Galo Plaza, el banano se ubicó en el producto primario de exportación del país, mejorando la economía ecuatoriana.

Desde aquella época hasta la actualidad, Ecuador es considerado el principal exportador de banano del mundo y un gran porcentaje de su exportación va dirigida hacia el mercado de la Unión Europea aproximadamente en un 40% (Vásquez, 2010) pero en el proceso de

desarrollo del cultivo se evidencia características socioeconómicas desiguales de los otros países exportadores de este producto (Larrea, Espinosa, & Sylva, 1987, pág. 13).

Ecuador es considerado un país líder en el cultivo de banano, por más de cuatro décadas y es fundamental en el comercio mundial, ya que Ecuador no sólo es el primer exportador de esta fruta desde 1952, sino también es el segundo mayor productor; ya que goza de condiciones climáticas excepcionales, las que, junto a la riqueza de su suelo, han permitido que el país se convierta en un productor agrícola de excelente calidad y los ciclos de cultivo permitan disponibilidad de la fruta todo el año (CORPEI, 2008).

El banano en el Ecuador se encuentra distribuido en la región litoral o costa, ubicándose en las zonas bananeras de las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados, Los Ríos, Cotopaxi, Santa Elena, Guayas y El Oro (AGROCALIDAD).

Como lo hace notar Gonzabay (2013) las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas son las que cuentan con una mayor tasa de rendimiento de banano por hectárea para la exportación debido a que sus terrenos y clima son aptos para el cultivo y explotación del mismo.

### **2.1.3. Comercialización de banano**

La comercialización de banano se realiza en todo el mundo, siendo los países compradores Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Italia, Bélgica respecto a Ecuador a los inicios de las exportaciones de banano, incrementándose hoy en día los envíos al exterior a 27 mercados más, siendo aproximadamente 450 millones de personas las consumidoras de este alimento nutricional (Bananaexport, 2017).

La autora Afanador (2005) menciona que para la exportación del banano se deben cumplir ciertos estándares de calidad, esto tiene la finalidad de que, al ser consumidos por el país de destino, se encuentren en buen estado de madurez, sano, libre de manchas, daños fisiológicos y heridas de maltrato.

## **2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

Según Marcelino, González, & Ríos (2012) revela que el banano tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Grupo: Monocotiledóneas.

Familia botánica: Musáceas.

Como expresan los autores Castellón & Pineda (2015), Perez (2003) la familia de las Musáceas, están compuestas por los siguientes géneros:

- Musa: Este género se divide en cuatro secciones:
  - Callimusa, son de tipo ornamentales pues no producen fruta comestible.
  - Australimusa, de esta sección proviene el banano Fe'i, y corresponde a un grupo como desarrollado de cultivos comestibles, pues esta especie es más producida para la elaboración de fibra elástica fuerte, utilizada en manufactura de sogas marinas y en la pesca y también.
  - Eumusa, de aquí proceden todas las variedades de banano y plátanos y contiene 11 especies, pero la mayor parte solo provienen de dos, la Musa acuminata y Musa balbisiana (Perez, 2003).
  - Rhodochlamys, sección de tipo ornamental pues no producen fruta comestible.
- Ensete: Está constituido por la especie E. ventricosum, y es de uso comestible, quien a su vez sirve para manufactura, pues se fabrican cordeles y sacos.

Género: Musa.

Serie: Eumusa.

Cruce: Musa acuminata y Musa balbisiana.

### **2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Como afirma Mayorga (2018) la planta herbácea gigante cuyo fruto es el banano, crece en el clima tropical y su extensión puede variar desde 3 a 8 metros de altura, es un cultivo perenne, su reproducción vegetativa se extiende durante mucho tiempo, el cual asegura la producción de la fruta en forma constante e intacta. (Vallejo, 2006)

La planta de banano está constituida por las siguientes características botánicas:

### **2.3.1. Sistema radicular**

El sistema radicular está constituido por las raíces de la planta y son de carácter adventicio, fasciculadas y fibrosas (Belalcázar, 1991, pág. 58).

Las raíces se originan en el rizoma (Belalcázar, 1991), tienen aspecto blanco y flexible, se muestran amarillentas y más resistentes con el pasar del tiempo (Tomalá, 2019) y a una edad avanzada, la raíz se torna en coloración castaño oscura.

Las raíces en el sistema radical están distribuidas de manera circular donde se desarrollan en los primeros 30 cm de la superficie del suelo (Fagiani & Tapia, 2011), Belalcázar (1991) manifiesta que el desarrollo depende de la profundidad de la siembra al igual que el número de ciclos cosechados de la misma.

El sistema radical despliega raíces primarias, que se ramifican en secundarias y en pelos absorbentes Mayorga (2018), cuya función es la absorción de agua, nutrientes, anclaje síntesis y citoquininas según lo menciona (Química Suiza, 2008) y (De Langhe et al. 1983, Martin Prével 1987, Stover y Simmonds 1987, Lahav y Turner 1989, Price 1995) citado por (Blomme, Swennen, Tenkouano, Ortiz, & Vuylsteke, 2001)

Según el autor Belalcázar (1991), la longitud del sistema radicular está influenciada por la textura y estructura del suelo quienes, mientras el suelo sea liviano, franco-arenosos mayor número de extensión tendrán las raíces que llegaran a alcanzar y sobrepasar los 3 metros de longitud, sin embargo, alcanzará con dificultad los dos metros cuando el suelo tenga una textura pesada, franco-arcilloso, resultando una extensión menor.

### **2.3.2. Rizoma o cormo**

Llamado cormo, rizoma o bulbo, es tallo verdadero de la planta, permanece enterrado, es de longitud corta (Perez, 2003), carnosa y gruesa, cuya función vital es contener reservas energéticas y mucha agua (Torres, 2012)

El autor Belalcázar (1991) afirma que el rizoma está compuesto por dos zonas:

1. Externa denominada cortical, compuesta por la epidermis y exodermis
2. Interna llamada cilindro central, que pertenece a la mesodermis

Mayorga (2018) menciona que la zona externa da el origen a las hojas y es el punto de crecimiento y desarrollo de la planta, a su vez de la zona interna del cormo se origina el sistema radicular, Belalcázar (1991) también menciona que este da origen a las yemas vegetativas que también se las denomina hijos, retoños o colinos

La forma del cormo y el sistema radicular depende de la estructura y textura del suelo, la cual oscila desde cónica en suelos pesados a cilíndrica achatada en suelos livianos, no excediendo el diámetro de 30 cm. (Belalcázar, 1991)

Según Food and Agriculture Organization (2014) las particularidades se centran en el genotipo, el racimo debe estar bien constituido, con un tamaño adecuado, sobre todo libre de plagas y enfermedades para una excelente producción, ya que cada cormo es una oportunidad para mejorar la rentabilidad y calidad de la cosecha (Staver & Lescot).

### **2.3.3. Sistema foliar**

A juicio de Torres (2012) sostiene que el sistema foliar está conformado por las siguientes partes detalladas a continuación:

- **Vainas foliares**

Las vainas foliares se desarrollan en el cormo y están conformadas por las hojas que se producen en el tallo verdadero de la planta y se orientan en forma helicoidal o espiral, rodeándolo describe Pérez (2003) y (Torres, 2012) además manifiesta las hojas crecen de adentro hacia afuera, dando origen al pseudotallo.

El pseudotallo es de forma cilíndrica, también se lo conoce como “el tallo” falso, inicialmente es de color blanco y por la exposición solar se vuelve verde (Torres, 2012), “no es leñoso” (Mayorga, 2018) y su función es el sostén y almacenamiento de reservas hídricas y amiláceas (SIMMONDS, 1962) citado por (Galan, y otros, 2018, pág. 2)

Belalcázar (1991) sostiene que al hacer un corte transversal de un metro de la superficie sobre el suelo al pseudotallo, se pueden apreciar las vainas, en forma de media luna.

Los autores Rodríguez, Cayón, & Mira (2006) afirman que la altura en el corte del pseudotallo al momento de la cosecha de la planta madre, tiene como resultado un

efecto directo sobre el desarrollo de la generación siguiente, debido a la conexión entre el pseudotallo de la planta madre y de sus hijos, ya que por medio de este se transmiten los nutrientes entre ellos.

- **Pseudopeciolos**

Torres (2012) manifiesta que el pseudopecíolo, es el extremo superior de la vaina foliar y se adelgaza hacia el limbo o lámina foliar, “es decir la unión de la vaina y la nervadura central (Belalcázar, 1991, pág. 70) dando así apariencia de un árbol.

Gracias al pseudopecíolo, los haces de fibra se juntan resultando mayor rigidez y convirtiéndolos en aptos para soportar el peso del limbo, además de ayudar a conducir el agua (Torres, 2012), pues tiene una forma de canal y llegan a alcanzar de 30 a 60 cm de ancho, dependiendo la variedad de la planta (Tejeda, 2003).

- **Lámina foliar o limbo**

Como lo hace notar Belalcázar (1991), el limbo está conformado por:

- Dos semilimbos
- La nervadura central
- Nervaduras laterales
- Bandas pulvinares

Belalcázar (1991) también manifiesta que la lámina foliar es de forma ovalada, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, dependiendo de la nutrición de la planta, en cuanto al grosor, el limbo es más reducido en los bordes y se va incrementando hasta el punto de unión con las bandas pulvinares y la nervadura central.

La hoja adquiere la forma enrollada en sí misma, cuando emerge del pseudotallo y se desenrolla como consecuencia del crecimiento de la vaina que soporta la hoja en un término de 9 días aproximadamente.

El número de hojas que emergen de la planta depende del tamaño y peso del cormo sembrado.

Barrera, Cayón, & Robles (2009) manifiestan que el sistema foliar es muy importante para la producción y el crecimiento del cultivo de banano, ya que depende del desarrollo de sus hojas y la funcionalidad de las mismas, durante la emisión floral, el desarrollo de los frutos.

#### **2.3.4. Inflorescencia**

Cuando la planta de banano llega a una talla adulta el meristemo central enfrenta cambios hormonales que interrumpen la emisión de brotes foliares (hojas) y da inicio a la inflorescencia (Perez, 2003).

El autor Tejeda (2003) manifiesta que la sección de género *Musa*, llamada *Eumusa*, presenta una inflorescencia que cuelga, por ese motivo es, que luego del desarrollo de la última hoja, el capullo floral del corazón de la planta (tallo), crece, pasando por el pseudotallo, brotando entre las hojas, curvándose para abajo y colgando.

La inflorescencia se origina de los brotes florales, mediante un proceso de transformación (Torres, 2012) y está compuesta por flores masculinas y femeninas, y presenta forma de racimo (Fagiani & Tapia, 2011).

Según el autor Belalcázar (1991) la inflorescencia, corresponde a la bellota o bacota, cuya apariencia es en forma de óvalo y de coloración violácea.

Torres (2012), manifiesta que las flores femeninas se las conoce como manos y están colocadas en forma helicoidal que en conjunto se le denomina racimo, y las flores masculinas se ubican al final del racimo, conformando la cúcula.

La distribución y ubicación de las hojas en la planta de banano se debe desarrollar de manera normal ya que puede ocasionar problemas al momento de efectuarse la inflorescencia, pues las altas temperaturas provocan el arrepollamiento (Vargas, Watler, Morales, & Vignola, 2017), impidiendo así el desarrollo de la inflorescencia y por ende del fruto.

#### **2.3.5. Racimo**

Iniciada la fase reproductiva, en la culminación de la producción de hojas, el desarrollo y llenado de los frutos, depende de la actividad fotosintética mencionan (Belalcázar et al., 1995; Arcila et al., 1995) citado por (Barrera, Cayón, & Robles, 2009).

El autor Rivera (2016) señala que el banano no debe de llegar con menos de 10 hojas hasta la cosecha, ya que la fotosíntesis depende mucho de ellas, las hojas absorben la energía solar y radiación, fijando así el dióxido de carbono. El desarrollo del racimo se compone por la inflorescencia y posteriormente por el desarrollo del fruto.” (Martínez & Cayón, 2011)

El banano está constituido por tres carpelos (órganos florales) que en sí forman el estilo y estigma (Torres, 2012) dando las características del fruto.

El banano se caracteriza por ser de forma curvilínea, de textura suave y carnosa, es considerado un alimento energético; esta fruta contiene agua, hidratos de carbono, grasa, fibra y vitaminas A y C (Naturland, 2001), a más de ser un alimento fuente de vitaminas, minerales y ser rico en fibra es pobre en lípidos (Dawson).

El fruto de las musáceas forma parte de la cultura culinaria de muchos lugares del mundo ya que es usado para la preparación de sopas, platos fuertes y postres (Parra, Cayón, & Polonía, 2008).

#### **2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

La siembra de banano se da mediante cepas, que son la parte del tronco de la planta antes de las raíces, que funcionan como semillas para su cultivo, empieza desde que nace en forma del brote, a partir del tallo principal que es la planta madre. (Vallejo, 2006).

Los autores Cayón, Belalcazar & Lozada, (1998) manifiestan en su investigación que en la producción de los cultivos se relacionan tanto el potencial genético de las plantaciones, como las condiciones ecológicas y atmosféricas en las que se siembran, por lo tanto, el medio ambiente, el manejo y cuidado de la misma son primordiales, ya que intervienen en la obtención y calidad de la cosecha.

Los autores Lopez & Espinosa (1995) a través del manual expresan que el factor genético tiene menos influencia en la plantación de banano, pues los mismos son modificables y adaptables a ciertas zonas, teniendo en cuenta la diversificación y variedad de clones, pero el factor ambiental es el de mayor importancia.

Con relación a los requerimientos edafoclimáticos, el autor Belalcázar (1991) postula los siguientes:

#### **2.4.1. Clima**

El clima es un factor inmodificable y natural que tiene como resultado una limitación total de las zonas aptas para la producción y cultivo de cualquier plantación a explotar ya que tiene una incidencia directa en el desarrollo del cultivo, y está compuesta por los siguientes (Belalcázar, 1991):

- **Temperatura**

Desde el punto de vista de AGROCALIDAD, menciona en el manual de buenas prácticas agrícolas para banano que el clima tropical húmedo es el ideal para la producción de las plantas de banano y muy factible si se encuentra dentro del rango de 18.5°C a 35.5°C, pues los cultivos de banano al enfrentarse a temperaturas superiores, trascienden a producir estrés y temperaturas inferiores causan en las plantas un retraso en su crecimiento y producción.

La temperatura influye de manera primordial “sobre los procesos respiratorios y fotosintéticos de la planta” (Belalcázar, 1991, pág. 93).

- **Altitud**

La altitud más recomendada para el cultivo de banano varía entre los 0 metros sobre el nivel del mar hasta los 300 sobre el nivel del mar (AGROCALIDAD), sin embargo, la planta de banano se puede adaptar a alturas superiores hasta los 2.200 metros sobre el nivel del mar (Torres, 2012).

El autor Belalcázar (1991) manifiesta que los rendimientos y la calidad son bajos cuando las plantaciones son sembradas en zonas con altitud superior.

- **Radiación solar**

La radiación solar fluye mediante el ecosistema natural y es la mayor fuente de energía (Gliessman, y otros).

Todos los seres y órganos vivos requieren de radiación solar para su existencia, es por ello que las plantas mediante la fotosíntesis admiten la producción y almacenamiento de carbohidratos a través de la energía química y electromagnética que brinda el sol (Belalcázar, 1991), como consecuencia el banano requiere de buenas condiciones de iluminación, por lo que la planta debe ser cultivada en zonas de sol y despejada de nubes (Torres, 2012).

La luminosidad óptima para una buena producción de banano es anualmente entre las mil y mil quinientas horas luz (AGROCALIDAD).

- **Movimientos de la atmósfera**

Los autores Cayón, Belalcazar, & Lozada (1998) enfatizan que el viento es otro factor climático de mucha importancia en el cultivo de banano, ya que influye sobre la fotosíntesis y la transpiración de las hojas, por lo que es aconsejable que las plantas expuestas a brisas suaves con el fin de que las hojas no sufran algún daño y provoquen una transpiración anormal de dióxido de carbono.

Adicional por las propiedades botánicas de la planta de banano, como es la longitud de la altura que llegan a crecer estas plantas, las hojas delgadas en forma de lámina y su sistema radicular superficial es recomendable sembrar este tipo de plantas en zonas no ventosas, ya que al estar expuestas a vientos fuertes puede producir también desprendimiento y caída de las plantas de banano (Torres, 2012), por lo que es recomendable realizar la siembra en zonas cuya velocidad del viento sea menor a 30km (AGROCALIDAD)

- **Necesidades hídricas**

Otro factor climático importante es el agua, pues este actúa en los procesos fisiológicos de las plantas, mediante reacciones químicas que se producen en las células; la cantidad de agua necesaria para que la plantación crezca normalmente depende de factores adicionales

como el tipo de banano, la insolación, la densidad de siembra, la edad del cultivo y el área foliar (Cayón, Belalcazar, & Lozada, 1998).

Aunque el autor Torres (2012) sostiene que las necesidades de agua en las plantaciones de banano son elevadas, ya que el 85 al 88% del peso del banano está constituido por agua, por lo tanto, para el cultivo de banano es necesario que se mantengan las plantaciones abastecidas de agua proporcionada por la lluvia y de ser el caso mediante riego.

El factor climático y sus acontecimientos tienen un porcentaje de impacto en el desarrollo y cultivo de banano y en su ciclo de producción, en parte de tiempo beneficiando al cultivo con temperaturas y ambientes aptos para la producción o viceversa afectando la producción con acontecimientos como sequías, lluvias fuertes, golpes de vientos y periodos de poco sol. (Dawson).

#### **2.4.2. Suelo**

Desde el punto de vista de Cayón, Belalcazar, & Lozada (1998) indican que el suelo es el factor principal influyente en el cultivo de banano mediante sus características físicas y químicas, pues, aunque las plantas de banano y de plátanos se adaptan a una variedad amplia de suelos, las características morfológicas que tienen las plantas de banano para su cultivo se exigen que posean ciertas particularidades especiales como:

Los autores Hidalgo (2016) y Tumbaco (2015) citado por Benítez (2017) menciona los siguientes:

- Los suelos deben ser fértiles,
- La topografía del terreno debe ser preferiblemente plana o con poca pendiente,
- Deben estar con escasez de rocas,
- Contar con un drenaje adecuado de acuerdo al tipo de siembra elegido,
- Los suelos deben estar profundos con una adecuada aireación
- Poseer una óptima capacidad de retención de agua,

- No contar con capas internas endurecidas ni manifestaciones de compactación, por lo que es aconsejable los suelos sueltos, pero no muy arenosos y arcillosos; de ser el caso, se debe rastrillar el suelo con el fin de aflojarlo.
- Por último, los terrenos deben ser accesibles y adecuados para la cosecha y transporte de la fruta,

Cayón, Belalcazar, & Lozada (1998) manifiestan que la función del suelo es de soporte y espacio vital para las plantas, ya que por medio del suelo se suministra minerales esenciales para el metabolismo, crecimiento y desarrollo del cultivo.

La profundidad para la plantación de banano es primordial pues, al tener una plantación superficial, con una reducción en la extensión del sistema radicular, la planta tendrá un menor anclaje en el suelo y estará más propensa a volcarse con el peso de un racimo prematuro, por lo que se aconseja para la plantación una profundidad de 60 centímetros, ya que, al plantar en hoyos poco profundos, da como resultado racimos más pequeños (Bakhiet & Elbadri, 2004).

Si el suelo tiene característica de dureza y este se encuentra compactado, se debe realizar un pase de rastra para aflojar el suelo, con el fin de permitir el desarrollo de los microorganismos beneficiosos para el cultivo de la planta a su vez que las raíces se desarrollen mejor (Benítez, 2017).

Cayón, Belalcazar, & Lozada (1998) enfatizan que, para un crecimiento normal de las plantas, se requiere un suelo que tenga disponibles elementos nutritivos que no se presentan naturalmente, y estos deben ser suministrados, por la fertilización del suelo.

En las plantas de banano según los autores Ramírez, Tapia Fernández, & Brenes Gamboa, (2010) manifiestan que el potasio es uno de los elementos que más absorbe el cultivo.

## **2.5. MANEJO Y CUIDADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BANANO**

Desde el punto de vista de Aboboreira (1994) describe que el cultivo de banano requiere de una serie de labores técnicas en el campo ya que constituyen un paso muy importante al momento de la obtención de la fruta, pues este producto exige alta calidad para los consumidores, en especial los aspectos fisiológicos.

A su vez los autores López & Espinoza (1995) mencionan que el manejo agronómico del productor con las diversas prácticas agrícolas contribuye a la obtención de altos rendimientos de producción.

Entre los aspectos técnicos para el manejo y cuidado de banano principales se tienen los siguientes:

### **Riego**

Para el clima, cuyas estaciones varían de la lluviosa a la estación seca, el riego es muy necesario para las plantaciones de banano ya que la cantidad de aguas lluvia necesaria es de 120 mm mensual sostiene (AGROCALIDAD).

La autora Vallejo (2006) menciona que existen tres tipos de riego que son:

- Aspersión subfoliar
- Goteo
- Gravedad

Estas alternativas de riego se pueden aplicar al cultivo para garantizar una excelente producción de banano, de calidad y a su vez controlar la cantidad necesaria de agua que la plantación requiere.

Torres (2012), manifiesta que el exceso de agua en el cultivo del banano bloquea el desarrollo de la inflorescencia, ocasionando un mayor tiempo de intervalo para llegar a la fructificación.

### **Deshierbe**

En la posición de Rosales, Belalcazar, & Pocasangre (2004) declaran que las malezas compiten con la planta de banano por los nutrientes, rayos del sol y el agua, además de que en las malezas se encuentran plagas y enfermedades que estas hospedan, por lo que la labor de control de maleza y de malas hierbas es muy importante en el cultivo de cualquier

plantación, ya que es necesario para una producción rentable mantenerlas libres de plantas invasoras y competencia por nutrientes (Aboboreira, 1994).

De acuerdo con Celi (2008) en el cultivo de las musáceas, las malezas pueden afectar hasta un 60% la rentabilidad de la producción por lo que, para el control de las hierbas manifiesta que se puede realizar por los siguientes medios:

- Mecánicos que es con ayuda de un machete o guadaña
- Agronómicos cuya actividad es la colocación de hojas sobre el suelo a manera de cama con el fin de reducir el desarrollo de la maleza
- Aplicación de productos químicos que pueden ser herbicidas, ureas sustituidas o triazinas (Vargas, Watler, Morales, & Vignola, 2017)

### **Apuntalado**

El cultivo de la musáceas, cuyo fruto tiene la característica de guindar o caer verticalmente, después de la inflorescencia y de la fructificación, dependiendo el caso (plantas grandes y racimos pesados), se debe realizar la labor de apuntalar, con el fin de evitar que se vire la planta o se caiga el racimo y se pierda la fruta (AGROCALIDAD), dando así soporte y apoyo a las plantas de banano (Aboboreira, 1994)

Según el autor Araya et ál (2011) citado por Vargas, Watler, Morales, & Vignola (2017) menciona que existen 3 maneras de apuntalamiento:

- Apuntalamiento rígido que se lleva a cabo con bambú, caña brava o madera, colocada de manera contraria a la inclinación de la planta, cuyo objetivo es soportar el peso de la planta
- Apuntalamiento con cuerda, esta práctica agrícola se realiza usando piola, zuncho o cuerda de polipropileno y consiste en amarrar entre la tercera y cuarta hoja un extremo de la planta en otro extremo de una planta vecina con sentido contrario a la inclinación de la planta.

- Apuntalamiento aéreo se requiere de un arreglo espacial (cable aéreo con plomo), una cuerda de polipropileno utilizada con el fin de amarrar la cuerda entre la tercera y cuarta hoja de la planta con el fin de evitar la inclinación de la planta.

## **Deshije**

Las plantas de banano tienen la característica botánica de producir un número variado de colinos o hijos, con la finalidad de conservar su especie es por eso que es necesario para una buena producción y rentabilidad del cultivo de banano que se realice el deshije que consiste en eliminar brotes o hijos que no cumplen con las condiciones necesarias para mantener la biomasa adecuada para la producción (Belalcázar, 1991)

El deshije es muy importante ya que si se realiza de una manera proyectada hay una cosecha nivelada, además de que de esta manera se puede distribuir el área de plantación y la población de cultivo (Aboboreira, 1994).

Vallejo (2006) indica que cada planta de banano suele reproducir tres hijos mediante la cual con el deshije se deja solo uno de ellos, cuyas características correspondan al mejor desarrollado y con una buena ubicación para no afectar a la producción.

Al deshije también se lo conoce como poda de hijos (Rosales, Belalcazar, & Pocasangre, 2004) y los autores mencionan que existen dos clases de deshijes:

- Deshije de formación que se realiza cuando los hijos tienen un metro de altura o cuando la planta madre está en la etapa de floración o belloteo.

El deshije de formación se ejecuta de las siguientes formas:

- **Un hijo** denominado hijo primario y los demás son cortados
- **Dos hijos** que se ubican a los lados opuestos de la planta madre para que el resto sea cortado
- **Tres hijos** conocido como pata de gallina, en donde se seleccionan tres hijos ubicados alrededor y en forma triangular a la planta madre, para que el resto sea eliminado.

- Deshoje de mantenimiento que se realiza una vez ya identificados los hijos a desarrollarse, en el caso de que aparezcan nuevos brotes en la planta.

### **Deshoje**

El deshoje tiene la finalidad de controlar plagas, mejorar la circulación de aire y permitir por medio de la eliminación de las hojas la entrada de los rayos solares, además de reducir la maleza con la colocación de las hojas en las calles, para evitar el desarrollo de monte y/o hierbas invasoras (Pereira, 1999).

AGROCALIDAD clasifica los tipos de deshoje según su finalidad en los siguientes:

- Deshoje de protección, cuyo fin es la eliminación de las hojas que pueden afectar al racimo.
- Deshoje fitosanitario, con el objetivo de eliminar las hojas afectadas por plagas y no son funcionales para las plantas, debido al deterioro de las mismas.

Según el autor Pereira (1999) manifiesta que al momento de realizar el deshoje se debe dejar mínimo ocho hojas funcionales hasta la inflorescencia, pues estas servirán de ayuda para el desarrollo de racimo.

### **Otras prácticas de campo**

Existen otras labores de campo para el cultivo banano que los agricultores deben realizar con el fin de obtener un producto de calidad y rentable para la comercialización y consumo, el cual consta del cuidado del racimo que corresponden a los siguientes:

- **Enfunde**

Según AGROCALIDAD, manifiesta que esta práctica ofrece grandes beneficios, ya que al enfundar el racimo, lo mantiene en un ambiente de protección física y se encuentra libre de los insectos. El autor Aboboreira (1994) da a conocer tres maneras de realizar el enfunde

1. **Embolsado prematuro**, este enfunde se realiza en el momento que la planta parida tenga la bellota sin brácteas abiertas o con el máximo de dos brácteas abiertas.
2. **Embolsado presente**, este enfunde se realiza desde que la bellota tenga 3 brácteas abiertas y los dedos de la última mano verdadera se encuentren ubicados en dirección horizontal con el suelo.
3. **Rezago**, este enfunde se realiza cuando el racimo está abierto en su totalidad y los dedos empiezan su ciclo de doblez hacia arriba.

Las fundas con las cuales se cubre el racimo de banano, se encuentran en varias presentaciones mediante las cuales dependen del tipo de clima y el efecto de cuidado que se le quiere dar al fruto, ya que el color del polietileno cumple su función como filtro de radiación fotosintéticamente activa, por lo tanto, se comercializan fundas de color azul, transparentes, verdes y rosadas (Vargas Calvo & Valle Ruiz, 2011)

- **Encintado**

Al momento del enfundado se coloca en la bolsa o funda una cinta plástica, con el objetivo de que mediante una calendarización identificar la edad del racimo (Cayón, Belalcazar, & Lozada, 1998).

El encintado se realiza una vez que el racimo ha sido desbellotado y desmanado, y a través de esta práctica se puede conocer el inventario de los racimos a ser procesados, facilitando el trabajo de identificación del fruto que está listo para su cosecha (Ministerio de Agricultura y Ganadería el Salvador).

- **Protección de racimo**

La protección del racimo se realiza con el fin de proteger las manos del racimo de manera individual, para que los mismos tengan una mejor calidad de exportación e impidiendo el deterioro de ellos; el sistema de protección de racimos se divide en:

- Protección por daipas, consiste en enfundar cada mano del racimo, mediante bolsas plásticas

- Protección por cuello de monja, que consiste en la colocación de esponjas en las manillas del racimo.

Los autores Enríquez & Vega (2011) en su trabajo de investigación mencionan que el tratamiento de protección mediante Cuello monja 5mm más daipas, dan como resultado dedos con excelente coloración, limpios y con buena sanidad, sin cicatrices en los racimos, lo que hace que este sistema sea el idóneo para esta práctica de cuidado y protección de racimos de banano.

- **Desflore**

El desflore tiene la finalidad de eliminar mediante el recogido hacia arriba de la funda colocada en el racimo de banano, el desprendimiento de las flores, ya que estas acumulan néctar que atraen insectos, así protegiendo al racimo de los daños fisiológicos (Torres, 2012).

- **Cirugía**

Torres (2012) manifiesta que la cirugía consiste en la eliminación de los dedos del racimo en crecimiento que se encuentran ubicados en el extremo de la fila exterior, contando desde la tercera mano hacia abajo; con la ejecución de la cirugía da como resultado una mejor formación y alineación en los dedos, evitando los problemas de roce entre ellos, reduciendo el porcentaje de merma (Benavidez, 2015)

- **Poda de manos (deschive)**

Esta labor consiste en eliminar las manos y dedos no funcionales ni productivos del racimo, (Gaviria, 2008), esta práctica agronómica se la realiza dos semanas después de que la inflorescencia sea visible.

El autor Guerrero (2010) manifiesta que por medio de esta actividad se mejora la calidad del fruto en cuanto al tamaño, por ende, resultando una mejor rentabilidad.

- **Eliminación de flor masculina**

Esta técnica se la ejecuta después de dos semanas de la aparición del racimo, con el fin de ayudar a la planta a dar un fruto más grande, con un peso y tamaño de calidad, facilitando el cumplimiento de los requisitos para exportación (Ministerio de Agricultura y Ganadería el Salvador)

## **2.6. FERTILIZACIÓN DE SUELO Y ENMIENDAS EDÁFICAS**

Para plantar un cultivo, existe de manera directa, tres elementos que ayudan a la sobrevivencia de las plantas, que son el carbono y oxígeno, adquiridos mediante la fotosíntesis, y el hidrógeno, obtenido por medio de agua que se encuentra en los suelos, pero para el desarrollo del cultivo, se requiere de otros minerales y elementos químicos que son absorbidos a través del sistema radicular, con el fin de ayudar al crecimiento de las plantas y la obtención de buenos frutos (Arévalo de Gauggel & Castellano, 2009).

Es necesario tomar en cuenta la zona de producción y el manejo del suelo, para mantener la capacidad productiva de la tierra, mediante la optimización de beneficios de los nutrientes de las unidades de producción y otras fuentes externas, ya que mediante las prácticas de nutrición vegetal y mejoramiento de suelo, satisfacen los requerimientos que el cultivo necesita y se evita el desgaste y carencias por lixiviación, optimizando los parámetros y a biodiversidad edáfica (Labrador, 1996) citado por (Álvarez, Díaz, León, & Guillén, 2010)

Las enmiendas por su parte son actividades agronómicas utilizadas para optimizar las propiedades físicas y químicas del suelo con el fin de obtener mejores resultados a la hora de plantar los cultivos (Arévalo & Castellano, 2009); y las enmiendas orgánicas proceden de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizado fundamentalmente para mantener o aumentar el contenido en materia orgánica del suelo.

Haifa Group manifiesta que, para el cultivo de banano, los principales nutrientes que deben contener los suelos para un buen desarrollo de la planta son:

- (N) Nitrógeno
- (P) Fósforo
- (K) Potasio

- (Ca) Calcio
- (S) Azufre
- (Mg) Magnesio
- (Fe) Hierro
- (Mn) Manganeseo
- (B) Boro
- (Zn) Zinc
- Cu) Cobre
- (Mo) Molibdeno

La fertilización del suelo es necesario para lograr un cultivo vigoroso y con los estándares de calidad, estos fertilizantes deben de mantenerse en niveles adecuados, para eso es preciso reponer los nutrientes que se pierden en los ciclos de las plantaciones, mediante la cual se pueden realizar fertilización de forma natural, que se logra con la descomposición de materia orgánica y de manera artificial, mediante aportaciones de nutrientes con fertilizantes (Arévalo & Castellano, 2009).

Según Haifa Group, los efectos de una buena fertilización darán como resultados:

- El aumento de rendimientos en el cultivo, obteniendo buen peso y clasificación de en racimo
- Mayor número de racimos de calidad comercial por hectárea
- Mayor rapidez a la hora de maduración del racimo

- Mayor calidad tanto física como química, por ende, rendimientos y utilidades buenas.

### **2.6.1. Nitrato de potasio**

Los autores Oliveros & Londoño (2013), mencionan que el nitrato de potasio es como resultado de la unión de ácido nítrico, cloruro de potasio y amoníaco, mediante la cual estos compuestos son una fuente de consumo principal para el crecimiento de las plantas, facilitando la absorción de los nutrimentos a través del sistema radicular.

Los autores Vanegas, Encalada, Feicán, Gómez, & Viera (2016) manifiestan en su artículo científico que el nitrato de potasio es un fertilizante químico que ayuda en el cultivo a manipular la florecencia de las plantas, ya que sus componentes según investigaciones ayudan a romper los ciclos de dormición en donde las plantas suspenden temporalmente su crecimiento y desarrollo, contribuyendo así a acelerar los ciclos de cosecha y producción, ya que actúan como precursor de hormonas, activando así la brotación.

El banano para su cultivo requiere que los suelos sean ricos en potasio, según el autor Amores (1992) mantiene que los niveles de potasio en el suelo deben sobrepasar los 0.5 mcq/100cc, ya que la carencia de este producto en el suelo da como resultado una disminución y reducción del tamaño de la planta, de igual modo el número y tamaño de sus hojas, por lo que es necesario tener un control de fertilización ya que se debe satisfacer las necesidades de suelo y un régimen de fertilización pues al momento de la producción del fruto, el potasio es consumido y exportado en el fruto, existiendo deficiencias en el suelo, dado rendimientos deficientes en el siguiente ciclo.

### **2.6.2. Zeolita**

Desde el punto de vista de Garzón Prado, y otros (2017) mantienen que la zeolita es un mineral natural de origen volcánico y sedimentario que presentan propiedades y características tremendamente atractivas para el campo agrícola, industrial, agricultura, medicina humana y animal, ya que es clasificada en el grupo de nutracéuticos, y están compuestas por aluminosilicatos cristalinos absorbidos de cationes alcalinos y alcalinotérreos.

Según Montalvan (2012) citado por Valdez (2018) manifiesta que la zeolita se caracteriza por:

- Ser un tamizador molecular, ya que gana y pierde agua o viceversa, además de que absorbe moléculas de tamaños determinados
- Intercambia o absorbe iones sin cambiar su estructura
- Mejor capacidad de reacción química con otros componentes
- Puede regenerar
- Económica ya que se encuentra fácilmente en el mundo

El autor Guevara (2011) manifiesta que la zeolita es beneficiosa para el cultivo debido a que fortalece el sistema radicular de la planta permitiendo una absorción eficaz de agua, además de brindar soporte físico de la misma al suelo mediante las raíces, contribuyendo así a la regulación de micro y macronutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, además de que agiliza la germinación de las semillas para una rápida producción y desarrollo de la siembra, siendo ventajosa para la producción y explotación del cultivo de banano y a su vez que es un mineral no tóxico, tanto para la salud y medio ambiente. (Paredes, Ramírez, Osuna, Alamilla, & Mandujano, 2013)

### **2.6.3. Biocarbón**

El biocarbón, también conocido como biochar es un producto orgánico aplicado en la agricultura, cuyas bondades ofrece las de mejorar la fertilidad de los suelos, aumentar la retención de agua, balancear el PH del suelo, disminuir la pérdida de nutrientes, reducir la cantidad de dióxido de carbono en el aire y además ayuda a eliminar los gases de efecto de invernadero. (Cuenca Rivera, Quevedo Guerrero, & García Bastidas, 2019).

Según los autores Escalante y otros (2016) mencionan que el biocarbón se caracteriza por ser de color negro, sólido carbonoso, amorfo y con alta porosidad, tiene los mismos componentes químicos que el carbón mineral y se los puede diferenciar porque el biocarbón está compuesto por un porcentaje más alto en relación oxígeno/carbón y otros

componentes que son resistentes a la oxidación química y biológicas en los suelos, por lo que duran más tiempo que otro tipo de materia orgánica, además de la combinación química, el biocarbón ayuda a mejorar las propiedades del suelo en lo siguiente:

- Propiedades físicas:
  - Textura del suelo
  - Tamaño del poro,
  - Densidad aparente en relación a la aireación
  - Retención de humedad
  - Facilidad de labor en el suelo
- Propiedades químicas, incrementa los niveles de retención de:
  - Ion Amonio NH<sub>4</sub>
  - Potasio K
  - Calcio Ca
  - Magnesio Mg

Por lo tanto, el biocarbón es una fuente de fertilización que ayuda al suelo a aumentar la productividad de lo que se cultiva

#### **2.6.4. Fossil Shell Agro**

El fossil Shell es un producto orgánico también conocido como harina de concha fossil, o llamada como tierra de diatomeas o diatomitas, está compuesta por silicatos amorfos ya que son almacenes geológicos de sedimentos esqueléticos arcaicos de organismos marinos silíceos y otras especies de agua dulce, como algas y otros fitopláctones, originadas en el mar y lagos (Ikusika, Mpendulo, Zindove, & Okoh, 2019).

Son muy utilizadas en la industria ganadera y agrícola y se caracteriza por:

- No ser tóxica,
- Ser económica

- Existir disponibilidad en casi todo el mundo

El fossil Shell actúa como insecticida natural y ayuda gracias a sus componentes minerales también ayuda a curar y nutrir los cultivos (Barros, 2017), además ayuda a prevenir hongos en los cultivos ya que este los protege con una barrera física, pues al ser colocado el producto, se solidifica (González, Quevedo, & García, 2018).

#### **2.6.5. Óxido de Zinc**

El óxido de zinc es un elemento esencial, ligeramente móvil cuyos componentes ayudan a la nutrición de los suelos, especialmente de los compuestos con PH ácido y es partícipe en la acción y síntesis de las proteínas (aproximadamente 2,800 proteínas) (Castellanos & Santiago, 2014), su aplicación a la planta le aporta nutrientes fundamentales para el desarrollo de la misma y del fruto, obteniendo así un mayor peso al momento de la cosecha (Gómez, Sánchez, Velásquez, Gamboa, & Bedoya, 2011)

#### **2.6.6. Ácido bórico.**

Este elemento es esencial para las plantas, se lo clasifica como micronutriente ya que es demandado en ligeras dosis. (Vargas, Arias, Serrano, & Arias, 2007).

El momento óptimo para la fertilización de este componente es antes de la floración, ya que es utilizado en su totalidad en el proceso de desarrollo del fruto impactando así el efecto del cuajado del mismo y también influye en la formación de nuevas hojas antes de la parición de la bellota (Fulvio, Serrano, & Arias, 2007)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **Descripción de la zona de estudio**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Finca “La Carmela”, propietaria Gladys Gabino Paucar junto con otros herederos. La finca está ubicada en la Provincia de El Oro, Cantón Machala, Parroquia El Retiro, a 5 Km del centro de Machala.

### **Ubicación geográfica**

Las coordenadas de la zona de estudio son las siguientes: 79°55'48.42" W, 3°20'03.98" S, latitud -618870.9, -9631405.7

### **Factores climáticos y edáficos**

El lugar del ensayo según los registros del INAMHI posee una temperatura que varía de 25 a 30°C, una precipitación anual media de 1600 mm, horas luz promedio de seis horas dependiendo de la época, una humedad relativa mínima de 70% y máxima de 95%, el suelo de textura franca arenosa y franca arcillosa, con un pH neutro de 7. De acuerdo a la zona de vida natural de Holdridge la región corresponde a una zona húmeda tropical. La topografía de la zona es plana con ligeras ondulaciones, con suelos de origen aluvial.

### **Materiales de campo**

- Cuaderno de notas
- Esferos
- Celular
- Flexómetro
- Fertilizante
- Balanza
- Calibrador
- Fundas
- Cintas de colores (control de semanas)
- Podón
- Desmanador o cuchareta
- Curvo
- Cunas
- Garruchas

## **Material genético**

Para la investigación se tomó un total de 60 plantas de banano perteneciente al grupo triploide AAA, subgrupo Cavendish, clon Cavendish Gigante, ubicado dentro de la plantación. Esta investigación está enfocada en la fertilización entre un fertilizante químico y enmiendas edáficas orgánicas al hijo próximo a la parición, donde se tomó un registro de datos del desarrollo y producción del mismo en cada unidad experimental.

## **Variables evaluadas**

Se evaluaron las siguientes variables

- Altura de hijo a la parición
- Altura de hijo a la cosecha
- Días desde parición hasta la cosecha
- Número de hojas a la parición
- Número de hojas a la cosecha
- Peso del racimo
- Peso del raquis
- Número de manos
- Número de dedos mano sol
- Grado de dedos mano sol
- Largo de dedos mano sol
- Largo de dedos última mano

La altura y la emisión foliar del hijo son variables de desarrollo del cultivo de banano que se las tomó semanalmente hasta la parición, las variables restantes que son de producción fueron tomadas al momento de la cosecha.

## **Tratamientos**

El área total donde tuvo lugar la investigación fue de 10 ha, se establecieron los tratamientos al azar, con un número igual de repeticiones en el campo (Tabla 1). El trabajo de campo inició el 06 de mayo y finalizó el 10 de noviembre del presente año.

**Tabla 1. Tratamientos y composición**

<b>Tratamientos</b>	<b>Composición</b>	<b>Total</b>	<b>Total de plantas</b>
<b>T1</b>	NK 70 gr + Biocarbón 30 gr + Fossil Shell Agro 17 gr + Zeolita 55 gr + Ac. Bórico 8.5 gr + Ox. de Zinc 8.5 gr	189 gr	15
<b>T2</b>	NK 70 gr + Biocarbón 15 gr + Fossil Shell Agro 14 gr + Zeolita 30 gr + Ac. Bórico 5 gr + Ox. de Zinc 5 gr	139 gr	15
<b>T3</b>	NK 70 gr + Biocarbón 5 gr + Fossil Shell Agro 10 gr + Zeolita 12 gr + Ac. Bórico 2.5 gr + Ox. de Zinc 2.5 gr	102 gr	15
<b>T4</b>	TESTIGO		15

**Tabla 1.-** En esta tabla se resume los tratamientos, composición y número de plantas que se llevaron a cabo en la tesis, en este caso son 4 tratamientos, cada tratamiento cuenta con 15 repeticiones, en los 3 tratamientos se utilizaron diferentes dosis de los componentes edáficos orgánicos mientras que en el fertilizante químico su concentración fue constante, el último tratamiento es el testigo el cual permitirá medir la influencia de la fertilización y definir cuál es el más óptimo.

### **3.2. METODOLOGÍA**

#### **Preparación de la mezcla de los tratamientos**

Se pesó el fertilizante químico y las enmiendas edáficas para los tratamientos.

#### **-Tratamiento 1**

- 70 gr de NK
- 30 gr de Biocarbón
- 17 gr de Fossil Shell Agro
- 55 gr de Zeolita
- 8.5 gr de Ácido bórico
- 8.5 gr de Óxido de zinc

#### **-Tratamiento 2**

- 70 gr de NK
- 15 gr de Biocarbón
- 14 gr de Fossil Shell Agro
- 30 gr de Zeolita
- 5 gr de Ácido bórico
- 5 gr de Óxido de zinc

#### **-Tratamiento 3**

- 70 gr de NK
- 5 gr de Biocarbón
- 10 gr de Fossil Shell Agro
- 12 gr de Zeolita
- 2.5 gr de Ácido bórico
- 2.5 gr de Óxido de zinc

Los tratamientos T1, T2 y T3, se diferencian por la dosis de las enmiendas edáficas aplicadas mientras que el fertilizante químico tiene la misma concentración para los 3 tratamientos, el T4 es el testigo.



*Figura 1 Mezcla homogénea de los tratamientos*

**Fuente:** Autor

### **Aplicación de los tratamientos en la planta**

La aplicación se la realizó al hijo próximo a la parición directamente en el suelo, a unos 25 cm de diámetro del mismo, con la técnica de media luna, esto se lo realizó 1 vez al mes.

### **Labores culturales**

En el transcurso de esta investigación se realizaron las siguientes actividades

**-Control de arvenses.** – Se la efectuó con motoguadaña cada 6 semanas, esto estuvo a cargo de un trabajador de la finca

**-Riego.** - El sistema de riego es por aspersión, donde se realiza 2 riegos a la semana y cada uno tiene una duración de 30 minutos.

**Deshoje.** – Se realizó 1 vez a la semana con el fin de eliminar hojas viejas no funcionales, una persona se ocupó de esta labor.

**Enfunde y encintado.** – Cuando la bellota emergió y se encontraba en una calibración que oscilaba entre los 40-45 grados se procedió a colocar la funda con su respectiva cinta de color, la cual facilitó la identificación de la edad del racimo, una semana después se deschivó el racimo (+3)

**Destore.** - Para mejorar el llenado de los frutos y obtener una mejor estética.

**Cosecha.** - Consiste en cortar con podón al racimo y ubicarlo en la “cuna” para ser llevado hacia la empacadora, donde 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 y última mano.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Tabla 2. ANOVA de un factor*

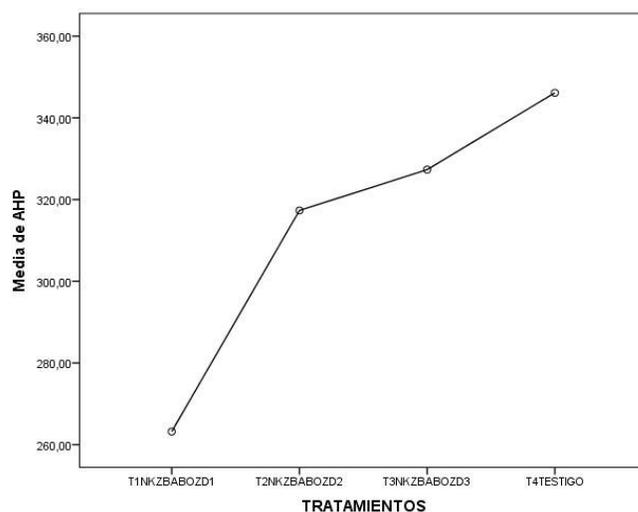
ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPC	Inter-grupos	559,383	3	186,461	2,822	,047
	Intra-grupos	3699,600	56	66,064		
	Total	4258,983	59			
AHP	Inter-grupos	57016,200	3	19005,400	1,798	,158
	Intra-grupos	592060,800	56	10572,514		
	Total	649077,000	59			
AHC	Inter-grupos	29480,583	3	9826,861	,852	,471
	Intra-grupos	645959,600	56	11534,993		
	Total	675440,183	59			
NHP	Inter-grupos	2,183	3	,728	,555	,647
	Intra-grupos	73,467	56	1,312		
	Total	75,650	59			
NHC	Inter-grupos	32,333	3	10,778	11,260	,000
	Intra-grupos	53,600	56	,957		
	Total	85,933	59			
NMR	Inter-grupos	15,250	3	5,083	1,857	,147
	Intra-grupos	153,333	56	2,738		
	Total	168,583	59			
NDMS	Inter-grupos	20,933	3	6,978	,315	,814
	Intra-grupos	1238,667	56	22,119		
	Total	1259,600	59			
GDMS	Inter-grupos	7,267	3	2,422	1,016	,392
	Intra-grupos	133,467	56	2,383		
	Total	140,733	59			
LDMS	Inter-grupos	39,133	3	13,044	2,588	,062
	Intra-grupos	282,267	56	5,040		
	Total	321,400	59			
PRC	Inter-grupos	24504,583	3	8168,194	1,374	,260
	Intra-grupos	332874,667	56	5944,190		
	Total	357379,250	59			
PRAQ	Inter-grupos	1458,200	3	486,067	1,424	,245
	Intra-grupos	19115,200	56	341,343		
	Total	20573,400	59			
LDUM	Inter-grupos	7,917	3	2,639	1,340	,271
	Intra-grupos	110,267	56	1,969		
	Total	118,183	59			

En la tabla de análisis de ANOVA de un factor de las siguientes variables muestra que existe significancia porque sus valores son menores al valor ( $p=0.05$ ) en algunas variables como: DPC (días desde la parición hasta la cosecha) y NHC (número de hojas cosecha); dando a conocer que, si hay diferencia entre los tratamientos, mientras que en las variables:

AHP (altura del hijo a la parición), AHC (altura del hijo a la cosecha), NHP (número de hojas a la parición), NMR (número de manos del racimo), NDMS (número de dedos de mano sol), GDMS (grado del dedo de mano sol), LDMS (largo de dedo de mano sol), PRC (peso del racimo), PRAQ (peso del raquis), LDUM (largo de dedo de última mano); no existe dicha diferencia significativa entre los tratamientos de cada variable porque su valor (p) es mayor a 0.05 según el análisis estadístico.

## RESULTADOS OBTENIDOS A LA PARICIÓN

**Figura 2.- Variable de altura de hijo a la parición (AHP)**

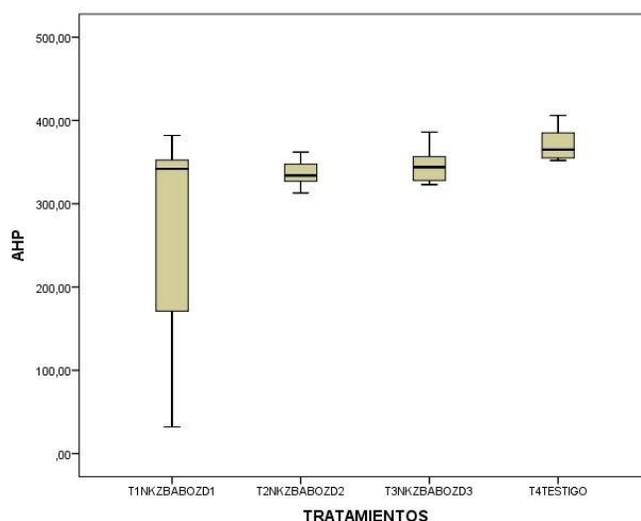


**Fuente:** Autor.

La altura del hijo a la parición es mayor en el tratamiento testigo (T4) con una media de 3.40 m aproximadamente. Los tratamientos 2 (139 gr) y 3 (102 gr) receptaron de mejor manera la dosis con valores de 3.18 m y 3.22 m y finalmente en el T1 (189 gr) se refleja una menor aceptación de la fertilización ocupando el último lugar de la media de esta variable con 2.62 m.

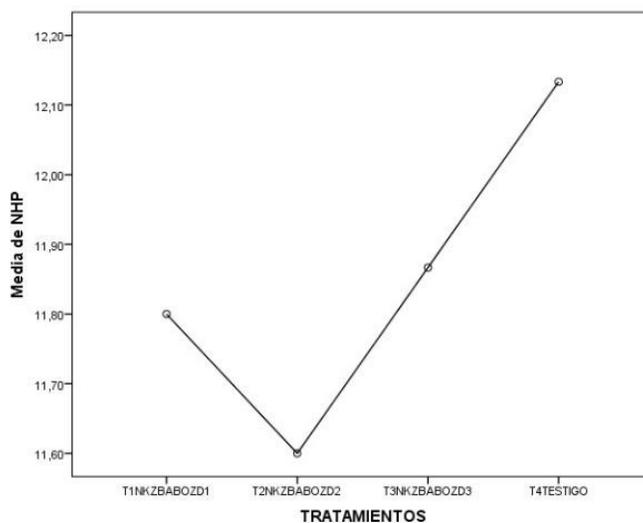
En la figura 3 de cajas y bigotes se puede evidenciar las medias y sus respectivos cuartiles de esta variable, en donde el T1 posee el menor número de altura, entre el T2 y T3 posee una ligera diferencia entre ellos, y finalmente predomina el T4, alcanzando así la mayor altura.

**Figura 3.- Mediana y cuartiles para altura de hijo a la parición**



**Fuente:** Autor

**Figura 4.- Variable de número de hojas a la parición (NHP)**

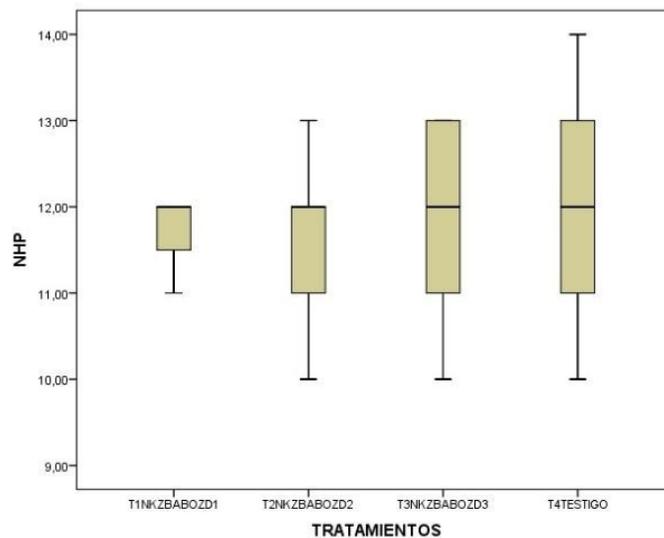


**Fuente:** Autor

En esta variable de número de hojas a la parición, el testigo manifestó mayor emisión foliar con una media de 12.15 hojas al momento de la parición, el tratamiento 1 y el T3 con lograron una media de 11.80 y 11.88 hojas respectivamente, el T2 obtuvo una media de 11.60 hojas; encontrándose todas las plantas de los tratamientos dentro del rango idóneo para este proceso ya que se oscila entre 8 a 12 hojas como lo manifiestan los autores (Nava & Vera, 2004).

En la figura 5 se refleja que el T4 llegó con el mayor número de hojas al momento de parir (14)

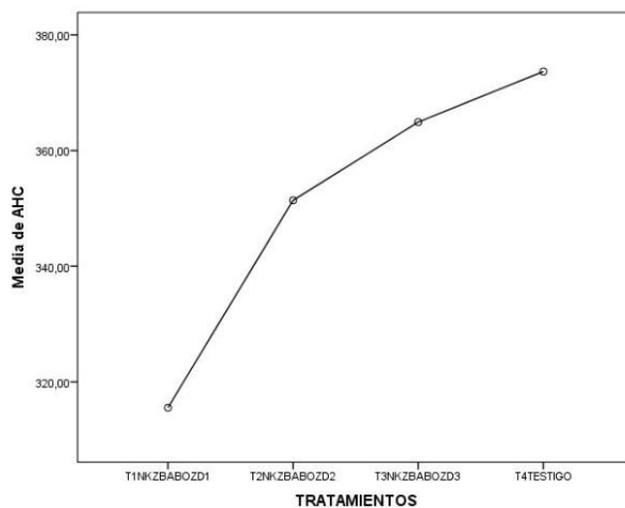
**Figura 5.- Mediana y cuartiles para número de hojas a la parición**



**Fuente: Autor**

## RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COSECHA

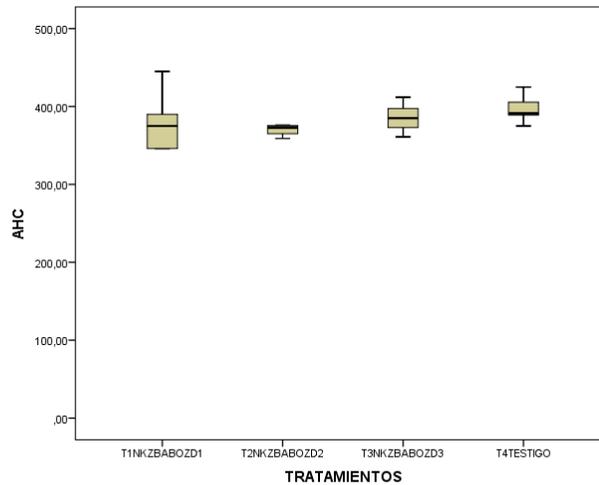
**Figura 6.- Variable de altura de hijo a la cosecha (AHC)**



**Fuente: Autor**

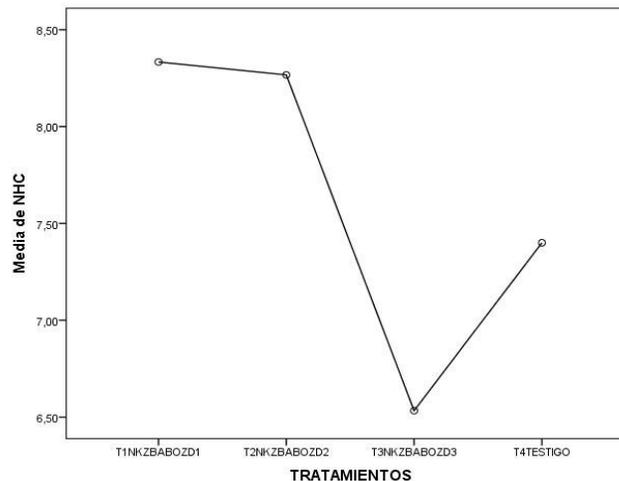
Respecto a la variable de altura de hijo a la cosecha se refleja una media mayor en el tratamiento testigo alcanzando los 3.80 m, seguido por el T3 con un poco más de 3.60 m, el T2 con 3.50 m y por último el T1 con una media menor de 3.15 en altura al momento de la cosecha.

**Figura 7.- Mediana y cuartiles para altura de hijo a la cosecha**



**Fuente:** Autor

**Figura 8.- Variable de número de hojas a la cosecha (NHC)**



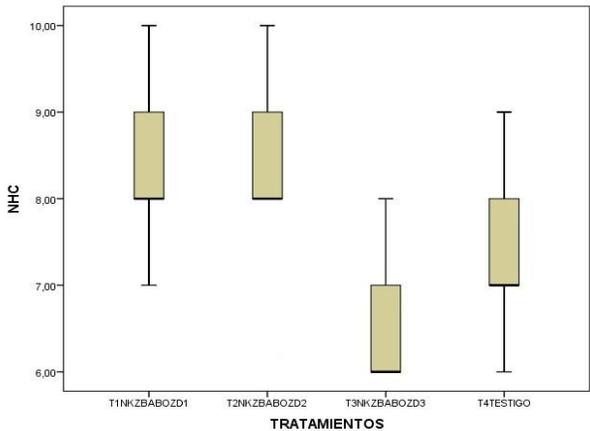
**Fuente:** Autor

En la figura 8 se puede demostrar que el T1 respecto al número de hojas a la cosecha fue el mejor ya que al momento que se procesó fue con una media de 8.40 de hojas, el T2 ocupó

el segundo lugar con una pequeña diferencia del T1, teniendo estos 2 tratamientos mayor consentimiento de la mezcla aportada a las plantas, el T4 ocupa el tercer lugar de esta variable ya que llegó a la cosecha con una media de 7.40 de hojas, por último el T3 fue el tratamiento de menor recepción de la fertilización ocupando así el último lugar con unas 6.50 hojas.

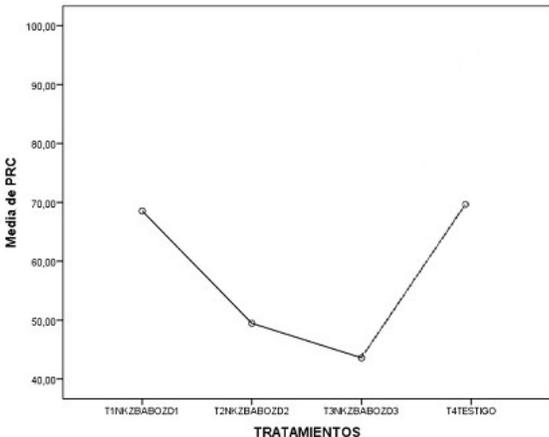
Lo más recomendable es que la planta cuente con un mínimo de 6 hojas al momento de la cosecha; siendo así que los 4 tratamientos se encuentran con un promedio de hojas aceptables. En general la cantidad de hojas asegura una fotosíntesis y llenado adecuado del fruto, dando como resultado fruta para exportación, ya que la poca cantidad de hojas influye en la maduración prematura del banano (Nava & Vera, 2004).

**Figura 9.- Mediana y cuartiles para número de hojas a la cosecha**



Fuente: Autor

**Figura 10.- Variable peso del racimo (PRC)**

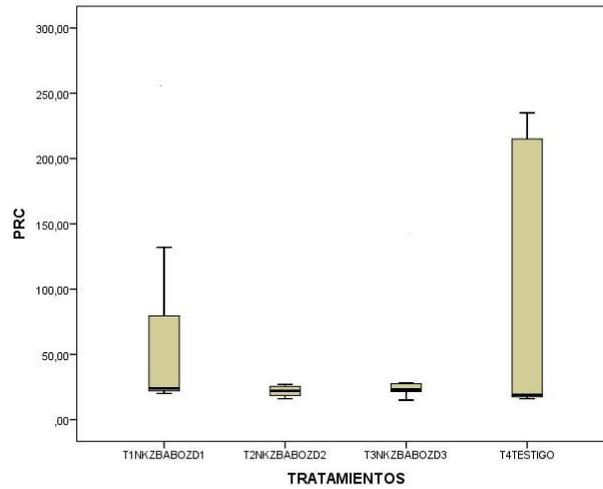


**Fuente:** Autor

La figura 10 muestra el peso de los racimos de los 4 tratamientos, se evidencia diferencias entre ellos, los tratamientos 1 y 4 poseen ligera diferencia respecto al peso con medias de 70 Lb aproximadamente cada uno, seguido del T2 el cual su media es de 50 Lb, el menor peso de racimo se acredita al tratamiento T3 con 42 Lb.

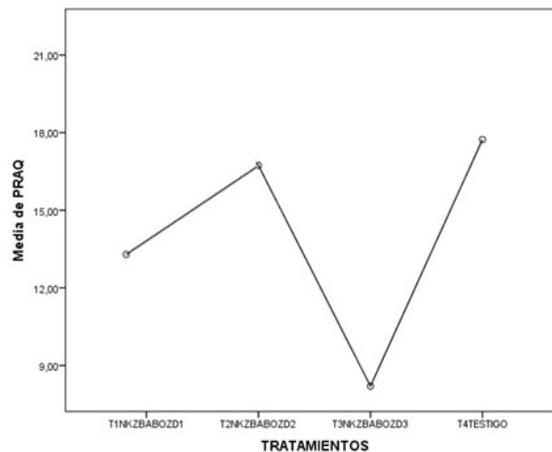
Los resultados concuerdan con el autor Mendieta & Vargas (2018) donde manifiesta que la combinación entre fertilizantes minerales y orgánicos, son óptimos para el cultivo de la fruta, ya que incrementa los rendimientos del cultivo y de la misma manera se reduce la carga de químicos en el suelo, siendo amigables con el medio ambiente.

**Figura 11.- Mediana y cuartiles para peso de racimo**



**Fuente:** Autor

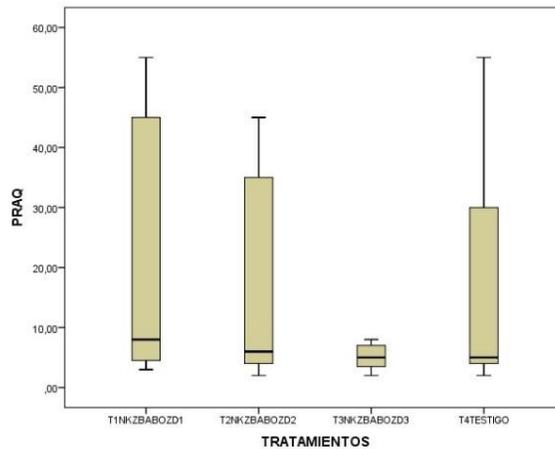
**Figura 12.- Variable de peso del raquis (PRAQ)**



Fuente: Autor

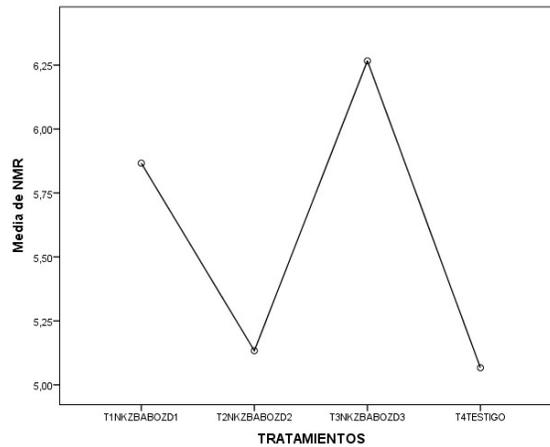
En la figura 12 se muestra que el mayor peso del raquis se lo obtuvo del T4 con una media de 17.5 aproximadamente, después el T1 y el T2 con valores de 13 y 17 respectivamente, seguido del T3 con un valor menor de 9, siendo éste el tratamiento con el peso más bajo.

Figura 13.- Mediana y cuartiles para peso de raquis



Fuente: Autor

Figura 14.- Variable de número de manos de racimo (NMR)



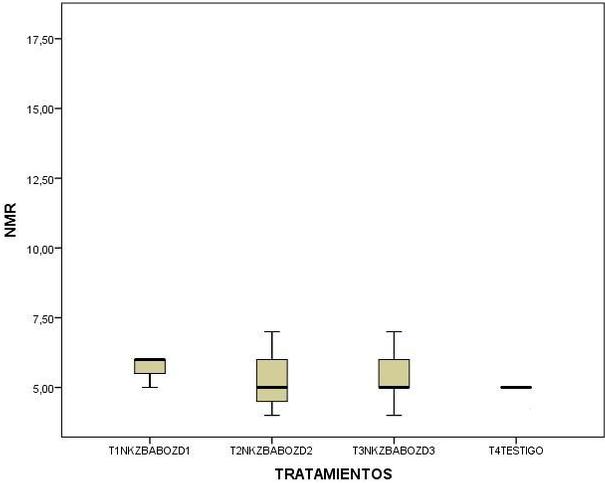
Fuente: Autor

En esta variable se evidencia un mayor número de manos en el T3 con una media de 6.25 manos, seguido por el T1 con 5.80 manos, el T2 y T4 presentaron homogeneidad en sus valores con 5 manos por racimo, representando estos 2 últimos en baja rentabilidad por caja.

Cuando se tiene una mayor altura y se aplica fertilización, existe un incremento en el número de manos, tal es el caso del T3, ya que sus medias tanto en la altura al momento de la parición como el de la cosecha estuvo en segundo lugar después del T4.

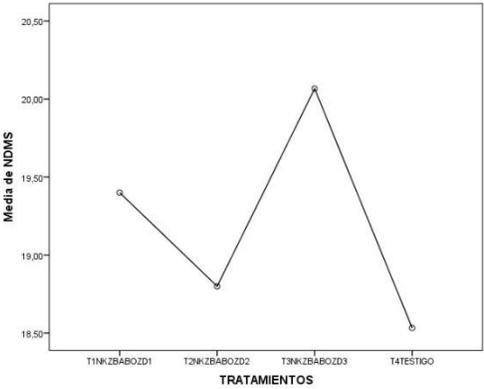
Hay que considerar que en esta finca se realiza falla +3

**Figura 15.- Mediana y cuartiles para número de manos de racimo**



**Fuente:** Autor

**Figura 16.- Variable número de dedos de mano sol (NDMS)**

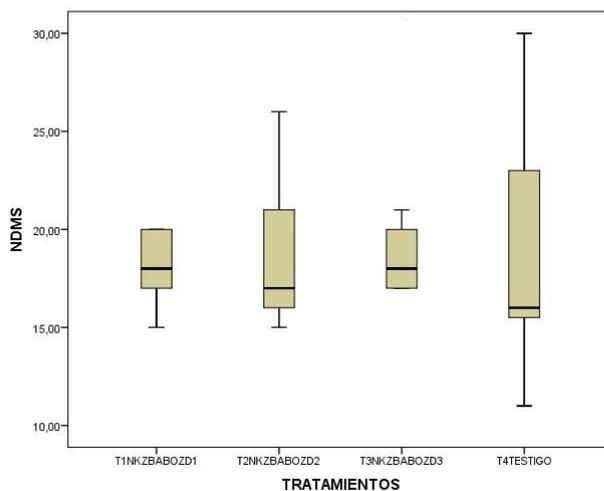


**Fuente:** Autor

La variable NDMS presenta al T3 con 20 dedos en la mano sol, dando como resultado un buen rendimiento en cajas, el T1 presentó una media cercana a los 19.50 dedos por mano, T2 y el testigo poseen medias de 18.75 y 18.50 dedos por mano del sol respectivamente, lo

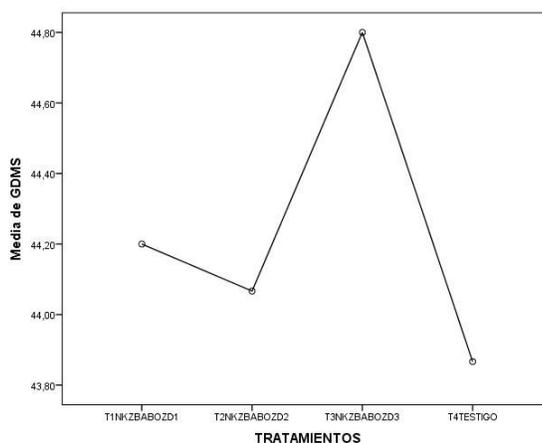
cual indica un bajo beneficio por caja. El T3 presenta asimetría negativa con tendencia al mayor número de dedos, el T1, T2 y el testigo presentan asimetría positiva con tendencia al menor número de dedos.

**Figura 17.- Mediana y cuartiles para número de dedos de mano sol**



**Fuente: Autor**

**Figura 18.- Variable grado de dedos de mano sol (GDMS)**

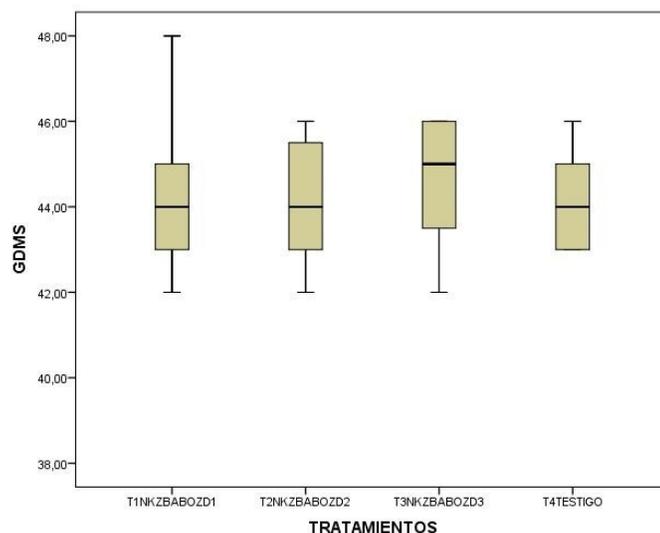


**Fuente: Autor**

La figura 18 muestra pequeñas variaciones en los valores extremos que van desde 43.8 a 44.8 ° lo cual indica que la maduración fisiológica del fruto es óptima para la exportación. En este caso el T3 tiene una media de 44,80 ° poseyendo la mejor calibración en el banano, el T1 y T2 tienen medias de 44.20 ° y 44.10 ° respectivamente, el T4 con 43.80 °

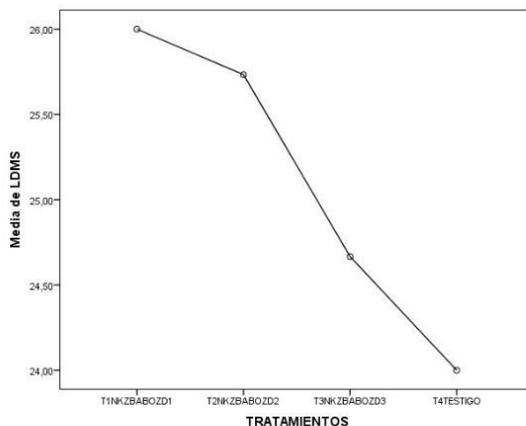
Como lo manifiesta el autor Céspedes (2004), controlar la edad y el grado de cosecha son importantes, ya que existe una correlación entre ellas, y según los requerimientos de calidad para exportación emitidos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, manifiesta que los valores medios de la calibración de esta fruta van desde 39 hasta los 47°, lo cual indica que los tratamientos cuentan con este requisito de calidad para la exportación.

**Figura 19.- Mediana y cuartiles para grados de dedos de mano sol**



**Fuente: Autor**

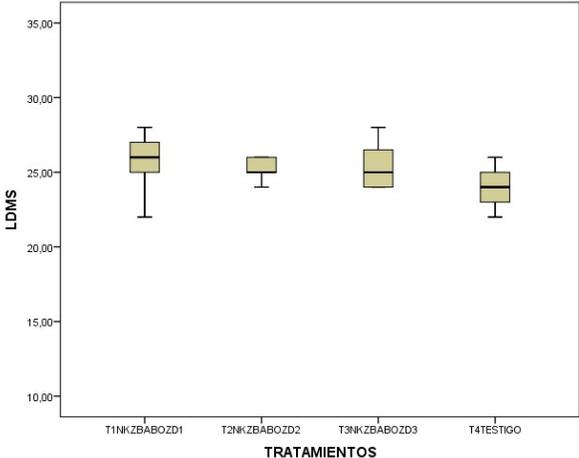
**Figura 20.- Variable largo de dedos de mano sol (LDMS)**



**Fuente: Autor**

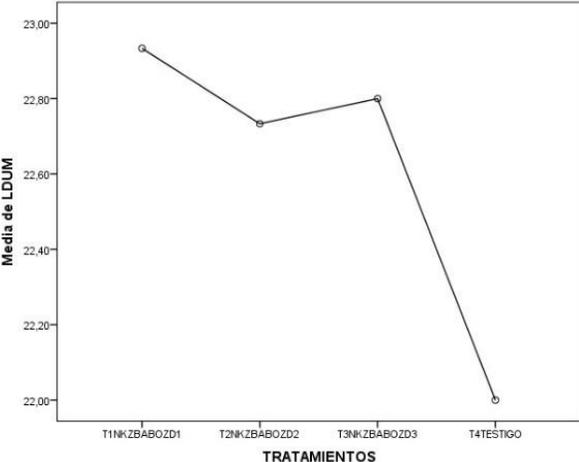
Por medio de la figura 14 se puede determinar que el tratamiento 1 tiene la mejor media en cuanto al largo de los dedos de la mano sol llegando a los 26, continúa el T2 con una ligera variación de aproximadamente 25.75, después el T3 llegando a los 24.6 de media y finalmente el testigo con un promedio de 24 dedos. Al igual que en la variable de largo de dedo de última mano la fertilización realizada a base de NK y fossil shell Agro proporcionó mejor longitud de los dedos de la mano sol.

**Figura 21.- Mediana y cuartiles para largo de dedos de mano sol**



Fuente: Autor

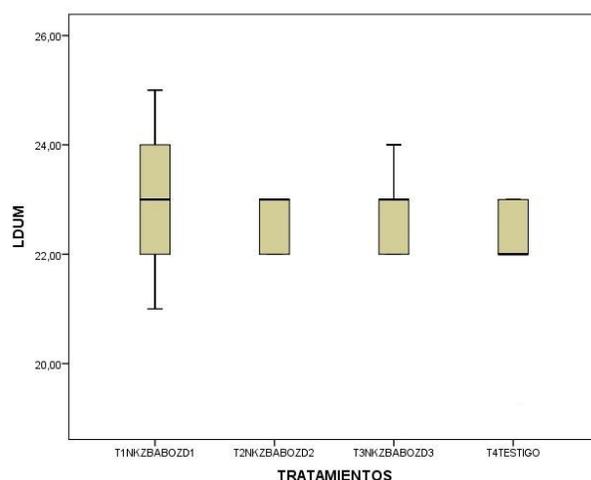
**Figura 22.- Variable de largo de dedos de última mano (LDUM)**



Fuente: Autor

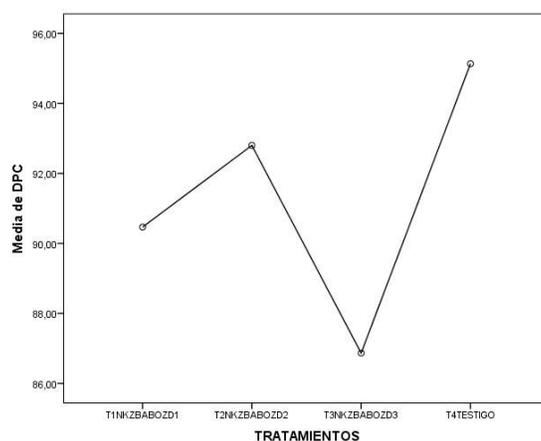
A través de la figura 12 se resalta la mayor aceptación de la fertilización en los 1, 2 y 3 tratamientos menos el testigo, el T1 con una media de 22.95 aproximadamente, el T3 y T2 tuvieron valores similares con 22.80 y 22.75 respectivamente, el testigo obtuvo la baja media de 22 en cuanto al largo de los dedos de la última mano en relación al T1. Con lo antes expuesto se evidencia que la mezcla generó un mayor desarrollo en la longitud de los dedos.

**Figura 23.- Mediana y cuartiles para largo de dedos de última mano**



**Fuente: Autor**

**Figura 24.- Variable de días desde la parición hasta la cosecha (DPC)**

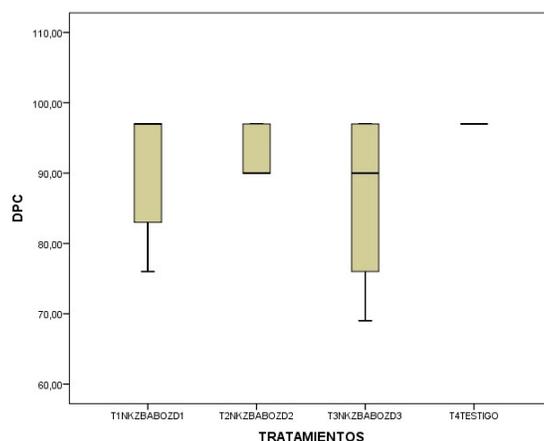


**Fuente: Autor**

En la figura se evidencia que existen diferencias en los días desde la parición hasta la cosecha, se determina que el mayor tiempo desde la parición hasta el proceso de embarque recae en el tratamiento testigo con aproximadamente 95 días, lo que representa un poco de más 3 meses, seguido del T2 con 92.5 días, el T1 tiene una media de 90.5 días equivalente a 12 semanas y el T3 con un valor de 87 días, que es menos de las 12 semanas promedio para la cosecha desde la parición.

El tratamiento que más tardó en ser cosechado es el Testigo hacienda o T4, el cual no recibió ninguna aplicación.

**Figura 25.- Mediana y cuartiles para días desde la parición hasta la cosecha**



## 5. CONCLUSIONES

- El T3 fue el tratamiento más significativo para el mejor desarrollo del hijo y mayor rendimiento de la fruta a la cosecha, obteniendo así un mayor número de manos en el racimo, un buen número de dedos de la mano sol, con buen grado de corte, con un menor número de días desde la parición hasta la cosecha, en época de frío, lo cual es el tiempo ideal con temperaturas frías como las de los meses de agosto y septiembre de este año 2020 en los que se realizaron las cosechas.
- El tratamiento T1 obtuvo las mayores medias directamente relacionadas a la productividad tales como número de hojas a la cosecha, y largo de los dedos de las manos en general (sol y última), lo que aportó también a tener mejores pesos de racimo, el T4 tuvo valores altos en el número de hojas en la parición, en las alturas del hijo (parición y cosecha), el T2 tuvo en algunas variables ligeramente diferentes con el T1, pero no lograron ser significativas. En conclusión, el uso de biochar en mezclas físicas con fertilizantes sintéticos mejoran la productividad del cultivo de banano, permiten bajar la dosis de fertilizante químico a utilizar y mejoran la calidad de las cosechas.

## **6. RECOMENDACIÓN**

- Iniciar con un análisis de suelo previo a cualquier tipo de fertilización y programa de nutrición, ya que se puede dar el caso de que en el lugar a fertilizar exista una buena cantidad de elementos y cuando se realiza la fertilización, el exceso de producto tiende a estresar a la planta ya que se le está proporcionando de más y no se podrá evaluar el efecto de la fertilización y por ende los resultados esperados.
- Continuar con más investigaciones de mezclas de fertilizantes químicos con enmiendas edáficas, que beneficien la producción y enriquezcan los suelos de la plantación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aboboreira Neto, M. (1994). *Principales labores del cultivo de banano*. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90013518.pdf>
- Afanador, A. M. (3 de junio de 2005). El banano verde de rechazo en la producción de alcohol carburante. *Revista EIA* (3), 51-68. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149217448004.pdf>
- AGROCALIDAD. (s.f.). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para Banano*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control fito y zoonosanitario: <http://web.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/Manuales-de-aplicabilidad-de-BPA-para-Banano.pdf>
- Álvarez Solís, J. D., Díaz Pérez, E., León Martínez, N. S., & Guillén Velásquez, J. (septiembre de 2010). *Enmiendas Orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz*. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n3/v28n3a6.pdf>
- Amores, F. (diciembre de 1992). *Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1631/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20No.%2026.pdf>
- Arévalo de Gauggel, G., & Castellano, M. (2009). *Manual de Fertilizantes y Enmiendas*. Obtenido de Programa para la agricultura sostenible en Laderas de América Central: [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_6\\_Manual\\_Fertilizantes\\_y\\_Enmiendas.pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf)
- Arteaga Alcívar, F. J. (2015). *Origen y evolución del banano*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: [https://www.academia.edu/24138727/2015\\_I\\_UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DE\\_COLOMBIA\\_ORIGEN\\_Y\\_EVOLUCI%3%93N\\_DEL\\_BANANO](https://www.academia.edu/24138727/2015_I_UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_COLOMBIA_ORIGEN_Y_EVOLUCI%3%93N_DEL_BANANO)
- Bakhiet, S. B., & Elbadri, G. A. (junio de 2004). Efecto de la profundidad de plantación del ciclo de cultivo y rendimiento. *Revista internacional sobre bananos y plátanos INFOMUSA*, 13(1), 12-14. Obtenido de INFOMUSA: [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_\\_La\\_revista\\_internacional\\_sobre\\_bananos\\_y\\_pl%3%a1tanos\\_966.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa__La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%3%a1tanos_966.pdf)

- Bananaexport. (noviembre de 2017). Precio de sustentación de caja de banano pone en jaque los mercados. (K. E. Ribio, Ed.) *Bananaexport* (51), 34-35. Obtenido de [https://issuu.com/bananaexport1/docs/banaexport\\_51\\_digital](https://issuu.com/bananaexport1/docs/banaexport_51_digital)
- Barrera, J. L., Cayón, G., & Robles, J. (19 de febrero de 2009). Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de los frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano Harton" (Musa AAB Simmonds). *Revista Agronomía colombiana*, 27(1), 73-79. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a10.pdf>
- Barros, A. X. (2017). "Influencia del uso de tierras diatomeas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) ante el ataque de (*Spodoptera frugiperda*)". Obtenido de dspace utb: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4118/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barzola, I., & Villalba, R. (2013). *Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano (Musa sp) variedad Cavendish*. Obtenido de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3621/1/T-UTEQ-0157.pdf>
- Bazurto, J. T. . (2016). *Absorción, Distribución y acumulación del nitrógeno en el banano*. Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56829/jaimetorresbazurto.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Belalcázar Carvajal, S. L. (1991). *El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico*. Obtenido de AGROSAVIA: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>
- Benavidez, R. A. (2015). *Cirugía en el racimo de banano (musa spp) variedad gran william y su incidencia en la producción por hectárea*". Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2397/1/T-UTEQ-0307.pdf>
- Benítez Ibarra, P. A. (2017). *Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación de la hacienda María Antonieta*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis%20023%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Benitez%20Pablo%20-%20cd%20023.pdf>
- Blomme, G., Swennen, R., Tenkouano, A., Ortiz, R., & Vuylsteke, D. (junio de 2001). Estimación del desarrollo de las raíces a partir de los caracteres de los brotes en banano y plátano (Musa spp.). *Revisa Internacional sobre plátano et banano INFOMUSA*, 10(1), 15-17.

Obtenido de [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_\\_La\\_revista\\_internacional\\_sobre\\_bananos\\_y\\_pl%c3%a1tanos\\_959.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa__La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%c3%a1tanos_959.pdf)

Castellanos Ramos, J., & Santiago Rodríguez, J. D. (2014). *El Zinc (Zn), en la Nutrición de los cultivos*. Obtenido de engormix: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/zincnutricion-cultivos-t31354.htm>

Castellón Muller, K. Y., & Pineda William, B. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de plátano (Musa paradisiaca) variedad Curaré enano en Waitna Tigni Sandy Bay norte, Raan*. Obtenido de Universidad de las regiones autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense: <http://repositorio.uraccan.edu.ni/922/1/Karen%20Castellon%20%20Benjamin%20Pineda.pdf>

Cayón Salinas, G., Belalcazar Carvajal, S., & Lozada Zapata, J. (1998). *Ecofisiología del plátano*. Obtenido de AGROSAVIA: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/16673>

Celi, W. D. (2008). *Efectos del glifosato sobre el desarrollo, nutrición y sanidad del sistema radicular de plántulas de banano, bajo condiciones de invernadero*. Santo Domingo. Obtenido de Escuela Politécnica del ejército.

Céspedes, C. (2004). *Calidad de Fruta de Banano para exportación*. Obtenido de idiaf: <http://190.167.99.25/digital/calidadbananoidiaf.pdf>

Clare, P. (febrero - agosto de 2005). El desarrollo del Banano y la Palma Aceitera en el Pacífico Costarricense desde la perspectiva de la ecología histórica. *Revista Electrónica de Historia*, 6, 308-346. Obtenido de El Desarrollo del Banano y la Palma Aceitera en el Pacífico Costarricense desde la Perspectiva de la Ecología Histórica: [https://www.researchgate.net/publication/28080630\\_El\\_Desarrollo\\_del\\_Banano\\_y\\_la\\_Palma\\_Aceitera\\_en\\_el\\_Pacifico\\_Costarricense\\_desde\\_la\\_Perspectiva\\_de\\_la\\_Ecologia\\_Historica](https://www.researchgate.net/publication/28080630_El_Desarrollo_del_Banano_y_la_Palma_Aceitera_en_el_Pacifico_Costarricense_desde_la_Perspectiva_de_la_Ecologia_Historica)

Conti, M. E. (2000). *Dinámica de la liberación y fijación del potasio en el suelo*. Buenos Aires, Argentina.

CORPEI. (marzo de 2008). *Bananos y elaborados*. Obtenido de siicex: <https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/Perfil%20Banano%202008.pdf>

Correa, R. (2012). *Ecuador: de banana república a la no república*. Debate. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?>

id=LzzPQu4McZcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\_ge\_summary\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- Cuenca Rivera, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Bastidas, R. M. (2019). Evaluación de la mineralización de biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6-11. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/309/327>
- Dawson, C. (s.f.). *Banano*. Obtenido de INFOCOMM: [https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM\\_cp01\\_Banana\\_es.pdf](https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf)
- Enríquez Tovar, L. E., & Vega Caiza, F. H. (2011). *Evaluación de seis tipos de protectores en el enfunde de racimo de banano (Musa sapientum.) en la finca Manguila del Cantón La Maná año 2010-2011*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/845/1/T-UTC-0611.pdf>
- Escalante Rebolledo, A., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., & Etchevers Barra, J. (2016). *Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo*. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Espinoza, J., & Mite, F. (enero de 2008). *Búsqueda de la eficiencia en el uso de nutrientes*. Obtenido de: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Eficiencianutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Eficiencianutrientes.pdf)
- Fagiani, M. J., & Tapia, A. C. (2011). *Ficha del cultivo del Banano*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo\\_del\\_banano.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_del_banano.pdf)
- Food and Agriculture Organization. (2014). *Producción de cormos de plátano y banano para siembra directa en campo*. Obtenido de Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/CA2801ES/ca2801es.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *Análisis del mercado del banano*. Obtenido de Panorama general de febrero 2020: <http://www.fao.org/3/ca9212es/ca9212es.pdf>

- Fulvio Arias, A. V., Serrano, E., & Arias M, O. (2007). Toxicidad de boro en plantaciones de banano (Musa AAA) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 21-29. Obtenido de [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v31n02\\_021.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v31n02_021.pdf)
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez, J., Sandoval, J., & Souza, H. (05 de junio de 2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de fruticultura*, 40(4). Obtenido de Revista Brasileira de fruticultura: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v40n4/0100-2945-rbf-40-4-e-574.pdf>
- Garzón Prado, J. P., Barrera Mosquera, V. H., Galarza Lucero, D. A., Soria Parra, M. E., Rodríguez Saldaña, D. F., López Crespo, G. E., & Marini, P. R. (2017). Efecto de la zeolita sobre retorno de la actividad ovárica, involución y salud uterina en vacas lecheras postparto criadas en pastoreo. *Revistas EESC*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4944/7/iniapscR2017v29n3p1-5.pdf>
- Gaviria, A. M. (2008). *Manual de manejo de las diferentes etapas de producción de banano de exportación*. Obtenido de Gipag: <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Gliessman, S. R., Guadarrama, C., Mendez, E., Trujillo, L., Bacon, C., & Cohen, R. (s.f.). *Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica*. Obtenido de Programa Interuniversitario oficial de posgrado: [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/5.%20Agroecolog%C3%ADa.%20Un%20enfoco%20sustentable%20de%20la%20agricultura%20ecol%C3%B3gica%20\(%20Stephen%20Gliessman%20et%20al.\).pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/5.%20Agroecolog%C3%ADa.%20Un%20enfoco%20sustentable%20de%20la%20agricultura%20ecol%C3%B3gica%20(%20Stephen%20Gliessman%20et%20al.).pdf)
- Gómez Ossa, D. M., Sánchez Torres, J. D., Velásquez Restrepo, J. E., Gamboa Tabares, J. A., & Bedoya de Muñoz, C. D. (2011). Influencia del balance con micronutrientes (b-zn) en la productividad del banano y la severidad de *Mycosphaerella fijiensis*. *Universidad de la Amazonia*, 88-102. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/315668804\\_INFLUENCIA\\_DEL\\_BALANCE\\_CON\\_MICRONUTRIENTES\\_B-Zn\\_EN\\_LA\\_PRODUCTIVIDAD\\_DEL\\_BANANO\\_Y\\_LA\\_SEVERIDAD\\_DE\\_Mycosphaerella\\_fijiensis](https://www.researchgate.net/publication/315668804_INFLUENCIA_DEL_BALANCE_CON_MICRONUTRIENTES_B-Zn_EN_LA_PRODUCTIVIDAD_DEL_BANANO_Y_LA_SEVERIDAD_DE_Mycosphaerella_fijiensis)
- Gonzabay, R. (2013). Cultivo de banano en el Ecuador. *Afese*, 58(58), 113-142. Obtenido de <http://www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317>

- González López, G. C., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2018). Alternativas orgánicas para el control de monilia (*moniliophthora rozeri*, cif. y par) en el cultivo de cacao. *Revista científica Agroecosistemas*, 52.62.
- Guerrero, M. (diciembre de 2010). *Guía Técnica del cultivo del plátano*. Obtenido de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>
- Guevara, L. A. (2011). “*Evaluación de cuatro formulaciones de propóleo como solución antiséptica y estimulante de crecimiento vegetativo para propagación in vitro de Malanga (Xanthosoma sagittifolium (L. Schott))*”. Obtenido de repositorio espe: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4858/1/T-ESPE-IASA%20II-%20002360.pdf>
- Haifa Group. (s.f.). *Recomendaciones nutricionales para banano*. Obtenido de haifagroup: [https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana\\_Spanish.pdf](https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish.pdf)
- Hidalgo Mendoza, A. L. (2016). *Determinación de las características físico-químicas del suelo y su importancia para la nutrición del cultivo de banano (Musa AAA) variedad Cavendish*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/5533/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-76.pdf>
- Ikusika, O. O., Mpendulo, C. T., Zindove, T. J., & Okoh, A. I. (26 de febrero de 2019). *Fossil Shell Flour in Livestock Production: A Review*. Obtenido de researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/331359812\\_Fossil\\_Shell\\_Flour\\_in\\_Livestock\\_Production\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/331359812_Fossil_Shell_Flour_in_Livestock_Production_A_Review)
- Krishnamoorthy, V., Kumar, N., & Sooriananthasundaram, K. A. (junio de 2004). *Evaluación de nuevos híbridos de banano contra la enfermedad de la Sigatoka negra*. Obtenido de InfoMusa: [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_\\_La\\_revista\\_internacional\\_sobre\\_bananos\\_y\\_pl%C3%A1tanos\\_966.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa__La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_966.pdf)
- Larrea, C., Espinosa, M., & Sylva, P. (15 de 08 de 1987). *Biblioteca de Ciencias Sociales*. Obtenido de El Banano en el Ecuador: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43480.pdf>
- Lopez M., A., & Espinosa M., J. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano*. Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf) suelo

- López, A., & Espinoza, J. (1995). *Respuesta del Banano al Potasio. Costa Rica*: Obtenido de IPNI.  
[http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Respuestabanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Respuestabanano.pdf)
- Marcelino, L., González, V., & Ríos, D. (2012). *Manual técnico El cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.) en Panamá*. Obtenido de Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá:  
<https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/05B386D2-5BCD-A52D-6097-F853803CC619/attachments/Cultivo%20de%20platanos%20musa%20paradisiaca.pdf>
- Martínez Acosta, A. M., & Cayón Salinas, D. G. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 64(2), 6055-6064. Obtenido de Revista Facultad Nacional de Agronomía:  
<https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922664003.pdf>
- Martínez, A., Cayón, R., & Torres, J. (noviembre de 2014). *Distribución de los nutrientes en la planta de banano. Medellín, Colombia*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/303692380\\_DISTRIBUCION\\_DE\\_LOS\\_NUTRIENTES\\_DURANTE\\_EL\\_CRECIMIENTO\\_DE\\_LA\\_PLANTA\\_DE\\_BANANO](https://www.researchgate.net/publication/303692380_DISTRIBUCION_DE_LOS_NUTRIENTES_DURANTE_EL_CRECIMIENTO_DE_LA_PLANTA_DE_BANANO)
- Mayorga López, Á. G. (2018). *Evaluación de la función del gen MaRAR1 de plátano en la resistencia al estrés biótico en tabaco*. Obtenido de Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.: [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1198/1/PCB\\_D\\_Tesis\\_2018\\_Mayorga\\_Angeles.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1198/1/PCB_D_Tesis_2018_Mayorga_Angeles.pdf)
- Mendieta Álvarez, H. A., & Vargas Salavarría, I. O. (2018). *Efecto de combinaciones de abonos orgánicos y minerales sobre la productividad del cultivo de plátano*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/870/1/TTA4.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. (s.f.). *Guía para agricultores y técnicos*. Obtenido de Plan de Agricultura familiar: <http://repiica.iica.int/docs/B4208e/B4208e.pdf>
- Ministerio de comercio exterior. (diciembre de 2017). *Informe sector bananero ecuatoriano*. Obtenido de Ministerio de comercio exterior:  
<https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Naturland. (2001). *Agricultura orgánica en el Trópico y Subtrópico*. Obtenido de Naturland:  
<https://www.naturland.de/images/SP/Productores/banano.pdf>

- 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 plátano en presencia de Sigatoka negra. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21(4). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182004000400003#:~:text=Es%20evidente%20que%20el%20proceso,8%2C%209%2C%2010](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182004000400003#:~:text=Es%20evidente%20que%20el%20proceso,8%2C%209%2C%2010)).
- Oliveros Díaz, M., & Londoño, F. J. (2013). *Diferencias en el uso de nitrato de potasio y sulfato de potasio*. Obtenido de academia: [https://www.academia.edu/26493779/Diferencias\\_en\\_El\\_Uso\\_De\\_Nitrato\\_De\\_Potasio\\_y\\_Sulfato\\_De\\_Potasio](https://www.academia.edu/26493779/Diferencias_en_El_Uso_De_Nitrato_De_Potasio_y_Sulfato_De_Potasio)
- Paredes Melesio, R., Ramírez, A. M., Osuna Ceja, E. S., Alamilla Gómez, P., & Mandujano Bueno, A. (mayo de 2013). *Zeolita Natural, Alternativa ecológica y económica para la agricultura de temporal en México*. Obtenido de Researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/336132417\\_Zeolita\\_Natural\\_Alternativa\\_ecologica\\_y\\_economica\\_para\\_la\\_agricultura\\_de\\_temporal\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/336132417_Zeolita_Natural_Alternativa_ecologica_y_economica_para_la_agricultura_de_temporal_en_Mexico)
- Parra Pachón, O. J., Cayón Salinas, D. G., & Polonía Vorenber, J. (24 de noviembre de 2008). *Descripción morfoagronómica de materiales del plátano (Musa AAB, ABB) y banano (Musa AAA) cultivados en San Andrés Isla*. Obtenido de redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169916220009.pdf>
- Pereira. (agosto de 1999). *El deshoje y despunte en plátano y banano, una alternativa para el manejo de la sigatoka negra y amarilla*. Obtenido de agronet: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4876/1/Deshoje%20y%20despunte.pdf>
- Perez Almeida, D. N. (mayo de 2003). *Contribución al estudio del cultivo de la platanera. Deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio*. Obtenido de ULPGC: <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/2266>
- Prevel, M. (2002). *Requerimientos nutricionales del banano. Costa Rica*.
- Química Suiza. (2008). *Importancia del sistema radicular en banano*. Obtenido de Manejo Fisionutricional: <http://banana-networks.org/musalac/files/2015/09/15-M-Pozo-Importancia-del-Sistema-Radicular-en-el-Bananno.pdf>
- Ramírez Céspedes, C., Tapia Fernández, A. C., & Brenes Gamboa, S. (2010). *Revista INTERSEDES*. Obtenido de Desarrollo del ciclo productivo y ubicación gráfica del banano

de altura que se produce en el cantón de Turrialba, Costa Rica:  
file:///C:/Users/User/Downloads/1016-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1425-1-10-20120810.pdf

Rivera Macias, O. (2016). *Determinación de la cantidad de hojas efectiva para el llenado eficiente del racimo de banano*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Machala: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7703/1/DE00056\\_TRABAJO DETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7703/1/DE00056_TRABAJO DETITULACION.pdf)

Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. J. (Julio - diciembre de 2006). Influencia del pseudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). *Revista Agronomía colombiana*, 24(2), 274-279. Obtenido de Agronómica colombiana: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316239009.pdf>

Rosales, F. E., Belalcazar Carvajal, S., & Pocasangre, L. E. (noviembre de 2004). *Producción y comercialización de banano orgánico en la región del Alto Beni*. Obtenido de Manual práctico para productores: [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Produccion\\_y\\_comercializacion\\_de\\_banano\\_org%C3%A1nico\\_en\\_la\\_Regi%C3%B3n\\_del\\_Alto\\_Beni\\_\\_Manual\\_pr%C3%A1ctico\\_para\\_productores\\_1098.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Produccion_y_comercializacion_de_banano_org%C3%A1nico_en_la_Regi%C3%B3n_del_Alto_Beni__Manual_pr%C3%A1ctico_para_productores_1098.pdf)

Salvatierra, W. (2002). *Incremento de la productividad del Banano mediante el uso de eficiente de la fertilización con N, K y altas densidades de plantas*. Obtenido de Iniap. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4146/1/iniaotpS182i.PDF>

Segovia, D. (Septiembre de 2010). *Ficha sectorial banano y plátano*. Obtenido de CFN: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>.

Staver, C., & Lescot, T. (s.f.). *La propagación de material de siembra de calidad para mejorar la salud y productividad del cultivo*. Obtenido de Agritrop: [https://agritrop.cirad.fr/576540/1/La\\_propagacion\\_de\\_material\\_de\\_siembra\\_de\\_calidad\\_para\\_mejorar\\_la\\_salud\\_y\\_productividad\\_del\\_cultivo\\_1893.pdf](https://agritrop.cirad.fr/576540/1/La_propagacion_de_material_de_siembra_de_calidad_para_mejorar_la_salud_y_productividad_del_cultivo_1893.pdf)

Tejeda Jacuinde, H. M. (mayo de 2003). *Importancia del cultivo de banano en el estado de Chiapas*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1271/IMPORTANCIA%20DEL%20CULTIVO%20DEL%20BANANO%20\(%20musa%20sapientum%20\)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20CHAPAS.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1271/IMPORTANCIA%20DEL%20CULTIVO%20DEL%20BANANO%20(%20musa%20sapientum%20)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20CHAPAS.pdf?sequence=1)

- Tomalá, J. N. (2019). *Efecto a la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de banano (Musa AAA) en la zona de la Unión*. Obtenido de Universidad Tecnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7268/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, S. (junio de 2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Obtenido de Swisscontact: [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual\\_banano.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf)
- Valdez Padrón, P. A. (2018). “*Ensayo Toxicológico de efluentes líquidos de refinación de oro y la posible remoción de metales pesados Cobre (Cu) y Plomo (Pb) mediante el empleo de Zeolita natural*”. Obtenido de dspace ucuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31126/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>
- Vallejo, M. C. (junio de 2006). *La estructura biofísica de la economía ecuatoriana: el comercio exterior y los flujos ocultos del banano*. Obtenido de The university of New Mexico: [https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1059&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1059&context=abya_yala)
- Vanegas, E., Encalada, C., Feicán, C., Gómez, M., & Viera, W. (2016). Cianamida hidrogenada y nitrato de potasio para manipular épocas de cosecha en chirimoya. *Ecuador es calidad Revista Científica Ecuatoriana*, 3, 31-37.
- Vargas Calvo, A., & Valle Ruiz, H. (16 de mayo de 2011). *Efecto de dos tipos de fundas sobre el fruto de banano (Musa AAA)*. Obtenido de Agronomía Mesoamericana: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v22n01\\_081.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v22n01_081.pdf)
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (diciembre de 2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica*. Obtenido de Ficha Técnica Cultivo de Banano: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>
- Vásquez Orozco, R. (2010). El impacto del comercio del banano en el desarrollo del Ecuador. *Revista Afese*, 53(53), 167-182. Obtenido de AFESE: <https://afese.com/img/revistas/revista53/comerbanano.pdf>

## 8. ANEXOS



*Identificación de los tratamientos por cintas de colores*



*Planta T1R11*



*T2R15 Ya parida y enfundada*



*Toma de variables a la cosecha. Peso de raquis*



*Fertilización en técnica de media luna*



*Elementos componentes de los tratamientos (NK, zeolita, fossil Shell Agro)*



*Tratamiento identificado (T1, T2 y T3)*



*Toma de datos*