



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**DRENCH: EVALUACIÓN DE APLICACIONES MENSUALES DE  
SOLUCIONES NUTRITIVAS EN BANANO Y SUS EFECTOS EN LA  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO.**

**LLANOS RIOS EDGAR MAURICIO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**MACHALA  
2021**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

**Drench: Evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano y sus efectos en la producción y calidad de fruto.**

**LLANOS RIOS EDGAR MAURICIO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**MACHALA  
2021**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

Drench: Evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano y sus efectos en la producción y calidad de fruto.

LLANOS RIOS EDGAR MAURICIO  
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE ABRIL DE 2021

MACHALA  
2021

# Tesis Llanos

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

8%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1%
3	aes.ucf.edu.cu Fuente de Internet	<1%
4	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
5	moam.info Fuente de Internet	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1%

---

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

El que suscribe, LLANOS RIOS EDGAR MAURICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Drench: Evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano y sus efectos en la producción y calidad de fruto., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

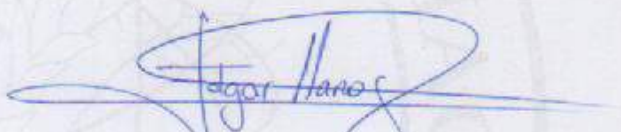
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

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

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

Machala, 27 de abril de 2021



LLANOS RIOS EDGAR MAURICIO  
0106476096

## **DEDICATORIA**

Dedicado el presente trabajo a la persona que me dio la vida, mi querida madre Vilma Ríos que, con su amor, paciencia, esfuerzo y sacrificio, me ha ayudado a cumplir este gran objetivo de mi vida profesional.

A mis hermanos Alex (+), Pablo, Marco, Marlon, y Daniel que son mi apoyo y están allí conmigo en cada momento y situación de mi vida.

De manera especial a mis abuelos; Sergio, Celina (+), José (+), Rosa, que con sus consejos y experiencias me enseñaron el camino de la responsabilidad.

A los demás miembros de mi familia que creen en mí y me han apoyado incondicionalmente.

Edgar Llanos

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco infinitamente al creador del universo por haberme puesto en este lugar y tiempo y por otorgarme la salud y vida para llevar a cabo el presente trabajo de titulación.

De la misma manera agradezco infinitamente a mi madre Vilma Ríos, mis hermanos Alex (+), Pablo, Marco, Marlon, y Daniel y a mis demás familiares, mis abuelos paternos Sergio y Celina (+), abuelos maternos José (+) y Rosa, mis tíos Miguel, Mary, Alex, Eliceo, Jorge, a mi cuñada Karolay y mis sobrinas Dharla, Scarleth y Keisy que me apoyan cada día y me inspiran a cumplir mis sueños y a todos familiares en general que están allí para mí en cada momento que los necesito.

A la familia Sarango Abrigo de manera especial a mi novia Karol Sarango, quien estuvo presente en este proceso desde principio a fin y por ser mi apoyo incondicional.

Agradezco a mi tutor Ing. Agr. José Quevedo Mg. Sc., que me guió y ayudó con sus conocimientos y experiencias, para llevar a cabo el presente trabajo de titulación.

A la Universidad Técnica de Machala, en especial a la FCA, por darme el espacio para adquirir conocimientos que servirán de mucho para mi vida profesional.

A la empresa Eslabón del Agro, dirigida por el Ing. Danny Cevallos, por permitirme utilizar sus servicios mercantiles en el campo experimental, al Ing. Mauricio Delgado por haber facilitado productos para un tratamiento.

A mis amigos en general, que estuvieron allí de forma directa e indirecta en mi vida y que aportaron a la realización de este trabajo.

Edgar Llanos

# **DRENCH: EVALUACIÓN DE APLICACIONES MENSUALES DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO.**

**Llanos Ríos, Edgar**

**Autor**

**Quevedo Guerrero, José**

**Tutor**

## **RESUMEN**

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es un cultivo perenne cuyo fruto es muy comercializado y solicitado a nivel mundial, pues este posee componentes nutricionales y minerales en su pulpa, y es mayormente utilizado como alimento de primera necesidad.

Para el año 2018 la comercialización de banano obtuvo una cifra relativamente alta en comparación para los años pasados, en donde se concluye que la demanda de este producto está en aumento con el pasar del tiempo.

Entre los países productores se encuentran que existe una mayor extensión y oferta de banano por parte del continente americano, especialmente América Latina y el Caribe, siendo Ecuador el país con mayor extensión de suelo establecido para el cultivo de este producto, pero a su vez el país ocupa los últimos lugares en cuanto al rendimiento de producción.

Con los antecedentes antes señalados, la presente investigación se ejecutó con el fin de evaluar el efecto de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (*Musa x paradisiaca* L.) en la producción y calidad de fruto mediante drench sobre las plantaciones en desarrollo destinados para exportación de la Granja Experimental “Santa Inés” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, que cuenta con un área de 7.5 hectáreas, situada en la provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia “El Cambio”.

Para la investigación, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 1 testigo, aplicados en 40 plantas a evaluar, en parcelas de 1 ha, cada tratamiento está compuesto de la siguiente manera: el T1 (125cc. Geoplus + 10 l. Agua), T2 (50 g. Carbón Natural + 50 g. Fossil Shell + 10 g. Ácido Bórico + 10 l. Agua), T3 (50 cc. Biobonb3 + 50



cc. Eslabón raíz + 50 cc H2H + 10 l. Agua) y T4 testigo. Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos y cualitativos, se trabajó con el software estadístico IBM-SPPSS versión 22 para Windows, ANOVA de un factor y la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

Los resultados obtenidos en las variables estudiadas no presentaron una varianza significativa menor a ( $p=0.05$ ), sin embargo entre los tratamientos aplicados destaca el T3 en las variables de producción, pues el mismo da como resultado un menor tiempo de cosecha que los demás tratamientos, adicional cuenta con un mayor número de manos, mayor peso en el racimo, por ende mayor peso en el raquis, por el contrario el T1 dio como resultado un mayor tiempo en días para la cosecha, menor número de manos al igual que el T4, aunque el peso del racimo resultó en la media, adicional el tratamiento cuenta con el mayor grado de dedos de la mano sol, el T4 resultó con menos hojas a la cosecha y por su parte el T2 es donde se observó un menor peso del racimo y un mayor grado °Brix con relación a los otros.

Con la realización del presente trabajo se puede manifestar que el uso de soluciones nutritivas, mediante Drench es muy beneficioso en la producción intensiva del cultivo de banano, ya que ayuda a mejorar los ciclos productivos gracias a la composición de los productos como el Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, pues estos estimulan, fortalecen y aportan a la planta nutrientes necesarios para su desarrollo y producción, facilitando así la rentabilidad de la producción, acortando ciclos en los cultivos y haciendo la producción más vigorosa, además de aportar de una manera más soluble los minerales y nutrientes requeridos para la plantación.

**Palabras clave:** Soluciones nutritivas, producción, nutrientes, drench

# **DRENCH: EVALUATION OF MONTHLY APPLICATIONS OF NUTRITIVE SOLUTIONS IN BANANA (*Musa x paradisiaca* L.) AND THEIR EFFECTS ON PRODUCTION AND FRUIT QUALITY.**

**Llanos Ríos, Edgar**

**Author**

**Quevedo Guerrero, José**

**Tutor**

## **ABSTRACT**

The banana (*Musa x paradisiaca* L.) is a perennial crop whose fruit is highly marketed and demanded worldwide, as it has nutritional and mineral components in its pulp, and is mostly used as a staple food.

For the year 2018, the commercialization of banana obtained a relatively high figure in comparison to past years, where it is concluded that the demand for this product is increasing with the passing of time.

Among the producing countries, there is a greater extension and supply of bananas from the American continent, especially Latin America and the Caribbean, with Ecuador being the country with the largest extension of land established for the cultivation of this product, but at the same time the country occupies the last places in terms of production yield.

With the aforementioned background, the present research was carried out to evaluate the effect of monthly applications of nutrient solutions in banana (*Musa x paradisiaca* L.) on the production and quality of fruit through drench on plantations under development for export of the Experimental Farm "Santa Inés" belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, which has an area of 7.5 hectares, located in the province of El Oro, Machala canton, parish "El Cambio".

For the research, a completely randomized block design was used, with 3 treatments and 1 control, applied on 40 plants to be evaluated, in plots of 1 ha, each treatment is composed as follows: T1 (125cc. Geoplus + 10 l. Water), T2 (50 g. Natural Charcoal + 50 g. Fossil Shell + 10 g. Boric Acid + 10 l. Water), T3 (50 cc. Biobonb3 + 50 cc. Root link + 50 cc. H2H + 10 l. Water) and T4 control. For the statistical analysis of the quantitative and qualitative data, the

statistical software IBM-SPPSS version 22 for Windows, ANOVA of one factor and Tukey's test at 0.05 significance were used.

The results obtained for the variables studied did not show a significant variance of less than ( $p=0.05$ ), however, among the treatments applied, T3 stands out in the production variables, since it results in a shorter harvest time than the other treatments, in addition to having a greater number of hands, greater bunch weight, and therefore greater rachis weight; on the contrary, T1 resulted in a longer time in days for harvesting, On the other hand, T1 resulted in a greater time in days to harvest, less number of hands as well as T4, although the weight of the bunch resulted in the average, the treatment has the highest degree of fingers of the sun hand, T4 resulted with fewer leaves at harvest and T2 is where a lower weight of the bunch and a higher degree of °Brix was observed in relation to the others.

With the completion of this work it can be shown that the use of nutrient solutions through Drench is very beneficial in the intensive production of banana crops, as it helps to improve the productive cycles thanks to the composition of products such as Biobonb3, Root Link and H2H, as these stimulate, strengthen and provide the plant with the necessary nutrients, strengthen and provide the plant with nutrients necessary for its development and production, thus facilitating the profitability of production, shortening crop cycles and making production more vigorous, in addition to providing the minerals and nutrients required for the plantation in a more soluble form.

**Key words:** Nutrient solutions, production, nutrients, drench.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1. EL BANANO	17
2.2. CULTIVO DE BANANO	17
2.2.1. Origen	17
2.2.2. Cultivo de Banano en Ecuador	18
2.2.3. Producción y comercialización de banano	19
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL BANANO	20
2.3.1. Taxonomía	20
2.3.2. Descripción botánica	20
2.3.2.1. Rizoma	21
2.3.2.2. Sistema radical o radicular	21
2.3.2.3. Pseudotallo	22
2.3.2.4. Sistema foliar	22
2.3.2.5. Inflorescencia	23
2.3.2.6. Fruto	23
2.4. ECOFISIOLOGÍA DE CULTIVO	23
2.4.1. Clima	24
2.4.2. Suelo	25
2.5. MANEJO AGRONÓMICO Y LABORES CULTURALES	26
2.5.1. Control de malezas	26
2.5.2. Apuntalado	27
2.5.3. Deshije	27
2.5.4. Deshoje	28
2.5.5. Enfunde	28
2.5.6. Encintado	28
2.5.7. Desflore	29
2.5.8. Poda de manos o deschive	29
2.5.9. Eliminación de flor masculina	29
2.6. FERTILIZACIÓN	29

2.6.1.	Tipos de fertilización	30
2.6.2.	Soluciones nutritivas	32
2.6.3.	Geoplus	33
2.6.4.	Carbón Natural	33
2.6.5.	Fossil Shell Agro	34
2.6.6.	Ácido bórico.	35
2.6.7.	Biobonb3	35
2.6.8.	Eslabón raíz	36
2.6.9.	H2H	36
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1.	MATERIALES	38
3.2.	METODOLOGÍA	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
5.	CONCLUSIONES	57
6.	RECOMENDACIÓN	58
7.	BIBLIOGRAFÍA	59
8.	ANEXOS	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Preparación de tratamiento.	42
<b>Figura 2.</b> Variable muestra de raíz al primer mes.	46
<b>Figura 3.</b> Variable muestra de raíz del último mes.	47
<b>Figura 4.</b> Medias y cuartiles para días a la parición (DA).	48
<b>Figura 5.</b> Medias y cuartiles para altura de hijo a la parición (AH).	48
<b>Figura 6.</b> Medias y cuartiles para número de hojas a la parición (NHP)	49
<b>Figura 7.</b> Medias y cuartiles para días desde la parición hasta la cosecha (DC)	50
<b>Figura 8.</b> Variable de altura de la planta inicial.	51
<b>Figura 9.</b> Variable de altura de la planta final.	51
<b>Figura 10.</b> Medias y cuartiles para altura de hijo a la cosecha (AHC)	52
<b>Figura 11.</b> Medias y cuartiles para número de hojas a la cosecha (NHC)	52
<b>Figura 12.</b> Medias y cuartiles para número de manos de racimo (NM)	53
<b>Figura 13.</b> Medias y cuartiles para peso del racimo (PRC)	54
<b>Figura 14.</b> Medias y cuartiles para peso del raquis (PRAQ)	54
<b>Figura 15.</b> Medias y cuartiles para dedos de la mano del sol (GDMS)	55
<b>Figura 16.</b> Medias y cuartiles para grado de dedos de la última mano (GDUM)	56
<b>Figura 17.</b> Medias y cuartiles para grado °Brix en fruta verde (GBFV)	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Taxonomía del banano	20
<i>Tabla 2.</i> Tratamientos y composición	40
<i>Tabla 3.</i> ANOVA de un factor.	46

## **1. INTRODUCCIÓN**

El banano es un alimento que posee en su composición una diversidad de beneficios para el consumo humano, este se lo ingiere en fresco de manera natural o en platillos gastronómicos, convirtiéndose en una de las frutas más comercializadas a nivel mundial.

La demanda de banano para el año 2018 según la FAO (2020) alcanzó una cifra récord, por ende, la comercialización de esta fruta, quien analizando el mercado se crea la hipótesis que el aumento de la demanda de esta fruta es debido al acrecentamiento de la población en los países, especialmente los consumidores como Estados Unidos, la Unión Europea, Rusia, Japón y China.

Los agricultores tienen la necesidad de mejorar la producción de banano y sus rendimientos, tomando en cuenta la calidad del cultivo y el producto final con el objetivo de satisfacer el mercado.

Ecuador es uno de los países que posee una mayor extensión de producción de banano en América latina y el mundo, pero su rendimiento es uno de los más bajos en cuanto a producción de cajas por hectárea año (Salazar & Del Cioppo, 2015), por lo que es indispensable realizar estudios para mejorar los rendimientos de la producción sin afectar la calidad del producto.

El suelo es un factor importante a tener en cuenta al ejecutar un cultivo comercial, es por ello que debe tener ciertos cuidados como la fertilización, con el fin de que la producción sea adecuada y rentable, la aplicación de soluciones nutritivas son técnicas que permiten brindar a la planta microelementos necesarios para el desarrollo, y pueden emplearse mediante Drench brindando así de una manera más eficaz y rápida los nutrientes que el cultivo necesita.

Los productos como el Geoplus ayudan gracias a su composición al desarrollo del cultivo, el carbón natural brinda nutrientes y minerales a los suelos, otorgando fertilidad y evitando el desgaste, el Fossil Shell Agro, es manual y no tóxico que refuerza el crecimiento de las plantas, fortaleciendo la raíz y combatir contra enfermedades y plagas, el ácido bórico es esencial para todo tipo de plantaciones, el Biobonb3 permite estimular el cultivo, ayudando al metabolismo y sistema inmune de la planta, el Eslabón



de raíz, contiene microelementos necesarios para la nutrición vegetal y por último el H<sub>2</sub>O aporta con nutrición al suelo, ayudando en el crecimiento de las plantas.

El presente trabajo está dirigido sobre los efectos de la producción y calidad del fruto con la aplicación de soluciones nutritivas mediante Drench aplicados a una superficie de plantas de banano seleccionadas y se ejecutó ante la problemática de baja productividad con respecto a países competidores y la alta demanda de banano de calidad exportable.

Para validar la propuesta se plantearon los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la calidad físico-química de frutos de banano obtenidos de plantas tratadas con soluciones nutritivas aplicadas en Drench de forma mensual.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la eficiencia de los tratamientos en la productividad de la plantación.
- Evaluar el efecto de tres tratamientos de soluciones nutritivas aplicadas en Drench en la calidad física de frutos de banano.
- Verificar el efecto de tres tratamientos de soluciones nutritivas aplicadas en Drench en la calidad química de frutos de banano.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. EL BANANO**

La planta de banano asienta el nombre científico *Musa x paradisiaca* L., es monocotiledónea y se caracteriza por ser una hierba perenne de gran altura, que se cultiva en los climas tropicales húmedos y subhúmedos (Arteaga, 2015).

Esta hierba, en su ciclo de vida da como fruto los también llamados bananos o guineos cuyas cualidades son muy diversas, pues entre sus componentes están los siguientes mencionados por los autores (Blasco & Gómez, 2014):

- Contiene una fuente de potasio ubicada en la pulpa.
- Es rico en vitaminas.
- Posee almidón en estado verde.
- Es una fuente de fibra dietética cuya localización está en la cáscara del banano.
- Es rico en proteínas, ácidos grasos y aminoácidos esenciales.

Los autores Dávila & Moreira (2014), sostienen que el banano es considerado una de las frutas con más beneficios para la salud humana, y puede ser ingerido por consumidores de todas las edades y en forma fresca.

El banano es una fruta muy apetecida a nivel mundial, este alimento posee un aroma y sabor agradable y un muy alto valor nutricional donde yace muchos minerales, vitaminas y aporta energía (Martínez, Cayón, & Ligarreto, 2016).

### **2.2. CULTIVO DE BANANO**

#### **2.2.1. Origen**

El cultivo de banano tiene sus antecedentes por primera vez, según la historia, en el continente asiático, específicamente en el sur de Asia, en estado salvaje hace diez mil años aproximadamente, cuya reproducción se daba mediante semilla (Dawson, 2015), según lo expresado por Clare (2005) indica que el banano se originó en los países de:

- India,
- Malasia,
- Indonesia y
- Papua Nueva Guinea.

Las evidencias del banano como cultivo, con modificaciones genéticas y cruces de genes, fueron encontradas en Kuk y Nueva Guinea ya que estudios demuestran que la producción ya se daba mediante brotes, mas no por semillas, como en sus inicios y esa nueva variedad de bananos fueron exportados a otras partes del mundo (Clare, 2005).

El banano en el continente americano radica desde hace 2000 años aproximadamente, traídos por las migraciones, en las cual la historia precisa dos teorías como sostiene (Clare, 2005).

1. Mediante la estadia de los españoles al continente americano, por el cual los austronesios (ciudadanos de Oceanía y sureste asiático) introdujeron en América para luego reexportarlo y,
2. Por la vía que conectaba las Isla Canarias con España, mediante el tráfico de mercancías para comercialización.

Los autores Salazar & Del Cioppo (2015), manifiesta que las Islas Canarias, fue las que iniciaron la exportación de banano, satisfaciendo las necesidades de Estados Unidos y la Unión Europea en los años de 1875.

### **2.2.2. Cultivo de Banano en Ecuador**

El cultivo de banano en Ecuador empieza como actividad económica en los años de entre 1944 y 1948, con la demanda de los países Europeos y el mercado de Estados Unidos a causa de la baja producción de los países de América central, que gracias a las políticas implementadas por el gobierno de ese entonces Galo Plaza Lasso con el fin de impulsar el sector bananero, Ecuador se convirtió en un país productor y exportador de esta fruta, resultando así ingresos económicos favorables para el país (Aguilar, 2015).

El crecimiento de la actividad de comercio de banano en el Ecuador se debe a las ventajas competitivas del país frente a los otros productores, las cuales se evidencian las condiciones climáticas, propiedades del suelo y la menor incidencia de las plagas y enfermedades, además de las políticas implantadas por el gobierno a favor del sector que aportaron la producción y un cultivo intensivo (Salazar & Del Cioppo, 2015).

Ecuador se caracteriza por tener dos factores importantes para la producción bananera según (Aguilar, 2015):

- **Factor clima:** el clima se caracteriza por ser tropical, cuyas temperaturas en la costa varían de entre los 18.50°C a los 35.5°C y pluviosidad desde 44 mm semanalmente.
- **Factor suelo:** el suelo para la plantación de banano se debe caracterizar por ser fértil, húmedo y franco, con un pH alrededor de 6.5 a 7.5.

La autora Vásquez (2010) menciona que Ecuador ocupa unos de los primeros puestos en la exportación de banano en el mundo y este producto en el ámbito económico interno ocupa el segundo lugar en generar divisas para el país, aportando en su desarrollo.

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, informa que el Ecuador cuenta con 230.000 hectáreas de sembríos de banano, ubicadas en 3 provincias principales como lo son Guayas, Los Ríos y El Oro, cuya producción corresponde al 92% total del Ecuador, mientras que el 8% restante, corresponde a los sembríos que según Jaramillo se encuentran ubicados en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Colorados, Cotopaxi y Santa Elena.

### **2.2.3. Producción y comercialización de banano**

Según lo manifestado por Cedeño (2017) el banano es demandado y ofertado de manera mundial, cuya comercialización cubre las necesidades en países del primer mundo que entre los principales consumidores constan:

- Estados Unidos,
- Países de la Unión Europea,
- Rusia,
- Japón,
- China.

Según la (FAO, 2020) da a conocer que la comercialización de banano para el año 2018 finalizaron con 19.20 millones de toneladas en cuanto a las exportaciones, resultando una cifra histórica en la transacción de este producto, mediante la cual los principales exportadores son los países de América Latina y el Caribe con un total de 14.30 millones de toneladas, seguido por los países productores de Asia que alcanzaron un 3.7 millones de toneladas y por último los países africanos que obtuvieron un 0.8 millones de toneladas de banano.

El cultivo y la producción de banano según Salazar & Del Cioppo (2015) tuvo la equivalencia del 13% del total de producción de frutas a nivel mundial en el año 2013, pues forma parte de los productos frutícolas de mayor comercialización.

A nivel productivo los autores Salazar & Del Cioppo (2015), hacen mención que del continente americano, Ecuador es el país que más territorio productivo de banano ha establecido, con alrededor de 211.0 mil hectáreas de banano, pero los cultivos resultan con un bajo rendimiento productivo a comparación de los demás productores con un total de 1500 cajas por hectárea-año, por su parte Colombia ha destinado para el cultivo 48.5 mil hectáreas, Costa Rica 42.90 mil hectáreas, Guatemala 23.50 hectáreas contando con la mayor productividad por hectárea pues llega a las 3500 cajas hectárea-año.

El cultivo de esta herbácea es representado en una actividad económica de mucha importancia en los países productores, ya que genera divisas que aportan a la economía interna, resultando así cada vez un incremento de producción y cultivo con el pasar del tiempo.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS DEL BANANO**

#### **2.3.1. Taxonomía**

La autora Mayorga (2018) manifiesta que el cultivo de banano corresponde a una planta herbácea, perenne, monocotiledónea, de gran altura, cuya taxonomía es la siguiente también mencionada por los autores (Castellón & Pineda, 2015):

Grupo:	Monocotiledónea
Familia	Musáceas
Orden:	Scitamineae
Género:	Musa
Serie:	Eumusa
Cruce:	Musa acuminata y Musa balbisiana

**Tabla 1.** Taxonomía del banano

**Fuente:** Autor

#### **2.3.2. Descripción botánica**

Las plantas de banano están constituidas de las siguientes características fisiológicas y botánicas que le ayudan a su desarrollo y ciclo de vida detalladas a continuación:

### **2.3.2.1. Rizoma**

Según Álvarez (2018) el rizoma es un órgano interno de las plantas de banano, que cumple la función de reservar materia seca como carbohidratos, almidón, azúcares, vitaminas, minerales, fibra, lípidos y otros compuestos, para luego distribuirla al resto de la planta principalmente al fruto en desarrollo (Martínez, Cayón, & Ligarreto, 2016).

El rizoma se constituye de una zona interna y externa y este también se lo conoce como eje bulboso (Galan, y otros, 2018).

Según Mayorga (2018), la parte interna del rizoma es la encargada del nacimiento de las raíces, es decir el sistema radicular, que en el ciclo de reproducción este también da origen a las yemas vegetativas más conocidas como los hijos o colinos.

Y por su parte los autores Galán, y otros (2018) dan a conocer que la parte externa del rizoma o cortical dan origen a las hojas o sistema foliar, que cumplen la función de proteger el cilindro central, es decir la parte interna.

### **2.3.2.2. Sistema radical o radicular**

El sistema radical está compuesto por las raicillas o raíces, que según lo manifestado por el autor Álvarez (2013) se caracteriza, en la familia de las musáceas la cual constituye el banano, por poseer una raíz primaria, que luego es reemplazada por un conjunto de raíces que se forman fuera de lugar, las cuales se originan en los tejidos del rizoma cuya distribución es en forma circular alcanzando alrededor de 1.5 a 2 metros de largo como lo mencionan los autores (Fagiani & Tapia, 2011) formando así el sistema radicular.

El desarrollo de las raíces en las plantas de banano, está influenciado por el tipo de suelo en donde se cultiven estas herbáceas, pues según los autores Blomme, Swennen, Ortiz, & Tenkouano (2006) indican que en un suelo cuyas características sean de buena porosidad, las raíces desarrollan más, mientras que, en suelos más compactos, el desarrollo de las raíces se da de una manera más lenta.

Desde el punto de vista de Blomme, Swennen, Tenkouano, Ortiz, & Vuylsteke (2001) la función del sistema radicular son las siguientes:

- Conectar el suelo y la planta,
- Absorber el agua,
- Absorber nutrientes,

- Almacenar hormonas de la planta.

### **2.3.2.3. Pseudotallo**

El pseudotallo o tallo falso está formado por las vainas de las hojas de la planta de banano que aún no emergen, cuya función principal es la conexión vascular del sistema radicular, las hojas brotadas y el fruto (Álvarez, 2013) mediante la cual este servirá de conductor de los nutrientes, agua y demás necesidades de la planta suministrados en el suelo para su desarrollo, además el pseudotallo también soporta la parte aérea de la planta (Fagiani & Tapia, 2011).

Los autores Rodríguez, Cayón, & Mira (2006) mencionan que el pseudotallo de una planta madre también cumple la función de actuar como reservorio una vez que este es cosechado, ya que por medio del sistema radicular están conectados, se transfiere nutrientes, agua y demás componentes, apoyando así en el desarrollo de los hijos o colinos, influyendo de manera ventajosa en los frutos descendientes.

### **2.3.2.4. Sistema foliar**

Una parte fundamental para el desarrollo del cultivo de banano es el sistema foliar, que está constituido por las hojas de la planta, que se encuentran distribuidas en forma de espiral las cuales forman el pseudotallo y estas, una vez que emergen se convierten en las captadoras de energía solar, que mediante la fotosíntesis aportan carbohidratos para el desarrollo de la planta (Gómez, 2017).

El número total de hojas producidas tienen mucha relación con el tipo de suelo y el tipo de cultivo según los autores (Galan, y otros, 2018).

Los autores Barrera, Cayón, & Robles (2009) manifiestan que, en el ciclo de la floración del banano las hojas deben mantenerse funcionales, ya que, al llegar el cultivo de banano a la fase reproductiva, la emisión de hojas desde el pseudotallo culmina, deteniendo los brotes foliares, y el llenado del fruto depende de las hojas con las que cuenta la planta y la actividad de recepción de energía solar.

Varios autores mencionan que lo ideal para un cultivo de banano es que el mínimo de hojas para tener buenos frutos sea de 12 hojas, pero otros autores sostienen que es necesario de 9 a 10 hojas durante la floración a la cosecha, pero los autores Barrera, Cayón, & Robles (2009) describen que al conservar 8 hojas desde la floración no afecta de manera significativa el llenado del fruto y por ende no afecta a la calidad de racimo,

siempre y cuando la luz solar sea la adecuada y la posición y distribución de las hojas sea ventajosa para cumplir con su función.

#### **2.3.2.5. Inflorescencia**

La inflorescencia da origen cuando el rizoma llega a la madurez y su yema vegetativa se convierte en la floración, con lo cual emerge el tallo verdadero de la planta de entre las hojas y del pseudotallo, llamado raquis que da como resultado después del proceso al racimo (Gómez, 2017).

En la inflorescencia del banano se observan las flores masculinas y femeninas, mediante la cual según el autor Torres (2012) sostiene lo siguiente:

- Las Flores femeninas se distribuyen en grupos apretados, y sobrepuestos en dos filas y se ubican en el raquis de forma espiral son comúnmente conocidas como manos y estas luego dan lugar al racimo, y
- La flor masculina se ubica al final del raquis, formando la cucula.

#### **2.3.2.6. Fruto**

Soto (2008) sostiene que el fruto del banano se desarrolla sin la polinización, por ser un fruto que no necesita de fecundación, por lo que mediante el raquis del banano que está conformado por nudos donde se ubican las manos forma de espiral, hace que el racimo se desarrolle (Jaramillo, 2020), gracias a los componentes nutricionales que transitan desde el sistema radicular y rizoma para el llenado del fruto.

El banano para exportación como lo menciona la autora Afanador (2005) debe de cumplir ciertos requerimientos de los compradores, en las que consta un buen tamaño, libre de daños fisiológicos como heridas y manchas y cuenten con un buen estado de madurez.

Naturland (2001) manifiesta que, según las condiciones climáticas, el desarrollo del fruto dura entre 3 a 4 meses.

### **2.4. ECOFISIOLOGÍA DE CULTIVO**

Los elementos de tierra y agua son componentes vitales para la sobrevivencia de un ser vivo y estos recursos naturales son muy demandados por los agricultores, ya que son muy necesarios para el cultivo de las plantas (Rodríguez & López, 2014).



En cuanto a la Ecofisiología del cultivo de banano se conocen como los factores más importantes e influyentes para el cultivo de banano el clima y el suelo, ya que impactan en el desarrollo y reproducción de las plantas.

#### **2.4.1. Clima**

El cultivo de banano es más apto a los climas tropicales húmedos, ya que los requerimientos climáticos cumplen esas condiciones, a pesar de que este cultivo es adaptable a los climas y ambientes, para la comercialización y producción de calidad de este producto, debe someterse a ciertos estándares edafoclimáticos (Baridón, Vailatti, Rachoski, & Villarreal, 2017).

Según la autora Gómez (2017) manifiesta que en el cultivo de banano los climas aptos son los meses cálidos, ya que tanto la fotosíntesis como la transpiración se incrementan, influenciando en el desarrollo del fruto.

Para el cultivo de banano entre los principales factores climáticos se cuenta con los siguientes mencionados por varios autores:

#### **Altitud**

Para una mejor producción y desarrollo del cultivo de banano la altitud recomendada oscila entre los 0 a los 30 metros sobre el nivel del mar (Torres, 2012) ya que a mayor altura se requiere más días desde la aparición a la cosecha, además que el desarrollo del cultivo es lento y por ende la cantidad de los racimos producidos al año según los autores (Ramírez, Tapia, & Brenes, 2010) aunque estos producen hasta los 2200 metros sobre el nivel del mar.

#### **Temperatura**

Algunos autores como Dawson (2015), Torres (2012), Vargas, Watler, Morales, & Vignola (2017) y Jaramillo manifiestan que la temperatura ideal para el cultivo de banano oscila entre los rangos de 25 a 37 grados centígrados en el día y 18.5 grados centígrados en la noche que corresponden rangos ideales de climas tropicales, pues las temperaturas mayores a esos rangos pueden causar daños a la planta como estrés hídrico, daños en el sistema foliar entre otros, y con muy bajas temperaturas se ocasionan un desarrollo tardío, arrellamiento, dificultad de la inflorescencia y no fructificación.

Para una buena floración es recomendable que la temperatura se encuentre en alrededor de 22°C al inicio de esta etapa (Álvarez, 2013).

### **Luminosidad**

El desarrollo y llenado de los frutos depende de la actividad fotosintética, la cual va ligada a la luminosidad con la que cuente el cultivo (Barrera, Cayón, & Robles, 2009) por lo que el autor Jaramillo manifiesta que las horas luz para una buena producción y cultivo de banano debe estar en los rangos de 1000 a 1500 horas.

### **Vientos**

Por las características de esta Musa, se recomienda el cultivo en zonas en las cuales el viento vaya a una velocidad de entre 20 km por hora a 30 km por hora, pues el sistema foliar es muy sensible y por ventiladas sufren daños, afectando luego la fotosíntesis, además de su sistema radicular superficial resultando en volcamiento (Torres, 2012) (Jaramillo).

### **Precipitación y pluviosidad**

El agua es muy indispensable en los cultivos y cumple muchas funciones, una de ellas es disolver y transportar nutrientes por medio de la transpiración (Álvarez, 2013).

Los autores Fagiani & Tapia (2011) y Jaramillo sostienen que al mes es necesario una cantidad aproximada de 120 a 150 mm de lluvia.

#### **2.4.2. Suelo**

Las plantas de banano requieren de condiciones edafoclimáticas aptas, ya que por las características botánicas como la altura de la planta y la inflorescencia que cuelga, los suelos desfavorables dan como resultado un anclaje inseguro y volcamiento de las plantas, especialmente con estaciones lluviosas y vientos fuertes, afectando a la producción de la plantación (Bakhiet & Elbadri, 2004), por lo que los suelos deben ser aptos para el cultivo.

Los suelos ideales para el cultivo de banano deben cumplir las siguientes condiciones (Sabio, Salgado, Salgado, & Sáenz):

### **Profundidad**

Los suelos para el cultivo de banano con respecto a la capa de suelo impermeables, duras o de aguas subterráneas debe contener una profundidad de 1 a 1.2 metros.

### **Textura**

Con respecto a la textura, los suelos deben ser francos arcillosos y francos arenosos.

### **Estructura**

La estructura debe ser de forma granular o poroso, ya que gracias a ello se permitirá una mejor retención y absorción de agua, un buen desarrollo de raíces y debe permitir la aireación.

### **PH**

El PH óptimo para el cultivo de banano según varios autores se ha considerado que es de 6.5.

### **Capacidad de intercambio catiónico**

El suelo debe tener la capacidad de intercambio catiónico, con el fin de aprovechar de mejor manera los nutrientes naturales y empleados.

### **Drenaje**

El suelo debe contar con un drenaje que realice la función de descenso de agua, pues las plantaciones no toleran el exceso de ella y puede ser perjudicial para el cultivo.

## **2.5. MANEJO AGRONÓMICO Y LABORES CULTURALES**

La producción de banano para la exportación se considera una actividad tecnológica y económica diferente a la producción del banano como alimento de consumo de primera necesidad, por lo que su cultivo conlleva prácticas y labores que el agricultor debe realizar de manera planificada, ya que el banano de exportación se cultiva mediante sistemas intensivos de monocultivo, haciendo que se requiera mayores cuidados tanto de las plantaciones como del suelo, por lo que se debe mantener la fertilidad y hacer frente a enfermedades y plagas (Dawson, 2015).

El banano de exportación pasa por un control de calidad riguroso, es por ello que con el fin de que el cultivo y la cosecha sea rentable para la comercialización se requiere de

ciertas labores culturales adicionales, tanto para el cuidado del suelo, la planta y el fruto, que entre los principales constan los siguientes como lo clasifica (Jaramillo):

### **2.5.1. Control de malezas**

Jaramillo menciona que las malezas o hierbas malas compiten con el cultivo por la absorción de los nutrientes del suelo, además en estas se hospedan las plagas e insectos que pueden perjudicar el cultivo, es por ello que es muy necesario realizar un control permanente de las malezas mediante las técnicas siguientes sostenidas por (Benítez, 2017):

- **Control de malezas manual.** - Este control es realizado con un instrumento denominado machetes, siempre y cuando la maleza supera los 30 cm de altura, adicional, esta técnica también se destina para limpiar el pseudotallo de las plantas. En climas lluviosos la maleza crece de forma más rápida por lo que se requiere realizar esta práctica en mayores periodos de tiempo (Infoagro, 2021).
- **Control de malezas químico.** - Esta práctica se lleva a cabo cuando la maleza alcanza hasta los 20 cm de altura, con la aplicación de herbicidas mediante bombas de fumigación manual.
- **Control de malezas cultural.** - El control de maleza cultural se realiza con la siembra de plantaciones sanas, con un control de enfermedades, para que el cultivo se desarrolle rápido y no combata con las malezas (Infoagro, 2021).

### **2.5.2. Apuntalado**

El apuntalado es una práctica que se realiza con el fin de impedir que las plantas de banano sufran caídas o volcamientos a causa del fruto, pues las características botánicas, hacen que esta herbácea tiende a virarse por el peso de su fruto, es por ello que, se las apuntala en dirección opuesta al fruto, con el fin de no causar maltrato al racimo, los autores Vargas, Watler, Morales, & Vignola (2017) señalan tres tipos de apuntalamiento:

- Apuntalamiento rígido, comúnmente aplicando en los cultivos de banano, con el uso de caña brava, manera o bambú.
- Apuntalamiento con cuerda, mediante la cual los agricultores utilizan zuncho o cuerdas para sujetar la planta una con otra.
- Apuntalamiento aéreo, que es desarrollado amarrando las plantas con cuerdas aéreas.

### **2.5.3. Deshije**

Guevara (2015) manifiesta que genéticamente la planta de banano en su etapa de reproducción, tiene la capacidad de engendrar varios hijos, los cuales se distribuyen alrededor de la planta madre, por lo cual, con el fin de mantener una población adecuada y una densidad de siembra conveniente, se ejecuta la práctica cultural del deshije, que consiste en la eliminación de los colinos o hijos no deseados.

La eliminación de los hijos se ejecuta con la secuencia de la elección de la planta madre, hija, nieta, (Rosales, Belalcázar, & Pocasangre, 2004) para asegurar la producción.

### **2.5.4. Deshoje**

El deshoje es un método para el control de plagas, ya que consiste en la eliminación parcial o total de la hoja, por daños ocasionados, permitiendo más libertad a las hojas funcionales, brindando a la planta mejor aireación y luminosidad (Benítez, 2017).

El deshoje se ejecuta en las hojas que se encuentren en estado seco, dobladas, enfermas, manchadas y que se encuentren en una distribución que impidan el crecimiento del racimo, por este motivo el autor Jaramillo clasifica el deshoje en dos según el objetivo.

- Deshoje de protección.
- Deshoje fitosanitario.

### **2.5.5. Enfunde**

Con el fin de cosechar un producto con la calidad requerida por los consumidores, libre de daños fisiológicos y maltratos, los agricultores realizan el enfunde o embolse del racimo.

El autor Guevara (2015) sostiene que las fundas utilizadas para esta práctica cultural, se caracterizan por ser plásticas, de polietileno, que contiene químicos para impedir el ataque de insectos y otras plagas que puedan afectar al racimo y además según el autor Benítez (2017) cuenta con los siguientes beneficios:

- Evita daños causados por insectos.
- Protege el racimo de contaminación.
- Protege al racimo del sol.
- Mantiene el racimo a una temperatura fija.
- Acelera el tiempo de la cosecha.

Esta práctica se la realiza la primera semana de su desarrollo, es decir cuando emerge la bellota y brote (Murrieta & Palma, 2018).

#### **2.5.6. Encintado**

Según la autora Guevara (2015) sostiene que, con la práctica del encintado, se puede identificar la edad que tiene el racimo y se la realiza en conjunto con el enfunde.

Para el encinte el autor Benítez (2017), manifiesta que se usan 9 colores de cintas, en donde se usa un color para cada semana, resultando la cosecha del fruto después de 9 semanas desde el primer enfunde y esta va colocada en la parte inferior de la funda.

Las ventajas del encintado son la planificación de la cosecha, conocer el estado y grado de madurez para la cosecha (Murrieta & Palma, 2018).

#### **2.5.7. Desflore**

Esta técnica permite eliminar las flores ubicadas en los dedos del racimo, evitando así daños fisiológicos de insectos atraídos por el néctar que crean estas (Torres, 2012).

La labor del desflore se la realiza por primera vez en el día 4 del enfunde o cuando los dedos del racimo se ubique paralelo al suelo, desde la parte de arriba del racimo hasta la mitad y por segunda ocasión se ejecuta transcurrido 2 días del desflore inicial desde la mitad del racimo para abajo, ya que pasados esos días los dedos del racimo toman la posición de curva hacia abajo (Murrieta & Palma, 2018).

#### **2.5.8. Poda de manos o deschive**

El deschive o podas de manos es una labor cultural que consiste en eliminar los dedos de la última mano inferior del racimo, permitiendo la estadía a un solo dedo llamado testigo, esta práctica tiene como finalidad el libre llenado de los frutos, permitiendo así que alcancen el grado necesario para la venta internacional (Murrieta & Palma, 2018).

El deschive permite al racimo:

- Lograr una maduración uniforme,
- Aumentar el tamaño de los dedos de las últimas manos.

#### **2.5.9. Eliminación de flor masculina**

La eliminación de la flor masculina ayuda a aprovechar mejor los nutrientes de la planta, además, existe un mejor llenado del fruto en menor tiempo ya que con la

eliminación de la bellota los nutrientes se distribuyen a los otras partes de la planta, adicional esta práctica ayuda a mejorar el peso del racimo (Murrieta & Palma, 2018).

## **2.6. FERTILIZACIÓN**

El suelo es una capa de la tierra, en donde el sistema radicular penetra y cumple la función de soporte a la planta, además actúa como depósito de nutrientes y agua, dependiendo de su composición (IFA, 2002), las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo son de mucha importancia para los agricultores, ya que buscan mejorar sus propiedades, aumentar y conservar la fertilidad y materia orgánica (González & Pomares, 2008), con el fin de que estos sean aptos para la explotación de cultivos.

Los fertilizantes por su parte cumplen la función de proveer nutrientes para producir cultivos comerciales, mejorar la fertilidad del suelo y aportar los nutrientes que escasea en el agua o suelo, además ayuda al desarrollo del sistema radicular, ya que las raíces de las plantas con fertilización crecen más que las sin fertilización (IFA, 2002).

Según la IFA (2002) es necesario para el crecimiento de la mayoría de las plantaciones alrededor de 16 elementos que se encuentran en el aire, agua y suelo detallados a continuación:

- Aire: carbono.
- Agua: hidrógeno y oxígeno.
- Suelos: Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cloro.

De estos componentes químicos, los principales son el nitrógeno, fósforo y potasio que son absorbidos en cantidades considerables que portan en el crecimiento de las plantas en grandes cantidades.

Fabila, Adame, & Serrato (2013) mencionan que en la actualidad el uso de productos alternativos de origen orgánico, biológico y mineral, son demandados para satisfacer las necesidades del suelo y mejorar la producción de los cultivos, así como para combatir las diversas plagas y enfermedades que les afectan ya que los productos químicos hacen que los suelos se degradan químicamente y sean infértiles dando como resultado una limitación de nutrientes.

La aplicación de fertilizantes ayuda en los rendimientos y mejora la calidad de los cultivos, haciéndolo más rentable para la comercialización, garantizando una producción sostenible para el futuro (Baridón, Vailatti, Rachoski, & Villarreal, 2017).

### 2.6.1. Tipos de fertilización

La forma más común de fertilizar los suelos por los agricultores y productores es mediante la aplicación de producto en la superficie del suelo en el inicio de las lluvias, con el fin de que el producto aplicado sea disuelto en el agua y de esta forma sea absorbido por el cultivo, para una mejor recepción de los nutrientes (Herrera, y otros, 2018).

El tipo de fertilización depende del tipo del fertilizante a aplicar en el cultivo, en lo que se encuentran los fertilizantes granulados, hidrosolubles, foliares y orgánicos, la autora Quijano (2010) sostiene que existen tres maneras de realizar la fertilización:

- **Fertilización tradicional**, usualmente utilizada para la aplicación de los fertilizantes granulados, que se aplican en los suelos directamente con el fin que estos sean asimilados y absorbidos mediante el sistema radicular y esta se divide por la forma de aplicación en dos (Martín & Barbazán, 2010):
  - **Al voleo**, en donde la aplicación del fertilizante se realiza en el superficie o espacio en general que el cultivo va a ocupar, se lo puede realizar de manera manual o mecánica (Romero, 1982), este tipo de fertilización es realizada cuando el suelo se está preparando para realizar el cultivo.
  - **Localizadas**, se aplica en un área limitada del suelo, lo más cerca posible de las plantas y alrededor de ellas (Martín & Barbazán, 2010).
- **Fertilización foliar**, técnica que permite la fertilización de las plantas por medio de sistema foliar, sin necesidad de lluvia (Carpio, 2011) ya que según Romero (1982) sostiene que las plantas tienen la capacidad de absorción de elementos como el potasio y sodio por el órgano aéreo de las plantas las hojas, y estos nutrientes aplicados son asimilados rápidamente en las plantas.

La aplicación de nutrientes de manera foliar se lleva a cabo bajo las siguientes circunstancias (WALCO S.A.):

- Si se requiere un efecto rápido de los nutrientes.
- Si existen limitaciones en el sistema radicular para la absorción de los fertilizantes.



- o Si hay dificultad de absorción de nutrientes en el suelo.
- o Si los nutrientes a aplicar son en pequeñas cantidades.

La aplicación de la fertilización foliar se debe realizar en épocas o tiempo donde el sol y luz solar no sea intensa, ya que puede causar quemaduras y daños al sistema foliar según el tipo de fertilizante a aplicar.

- **Nutrición con fertilizantes hidrosoluble**, que, según Loaiza, (2015) consiste en la aplicación de nutrientes solubles al 100% necesarios para las plantas, disuelto en agua que son colocados mediante las siguientes técnicas:

- o **Fertirriego**, esta alternativa de fertilización puede resultar en la eliminación de la fertilización convencional, ya que se realiza la labor de riego y fertilización al mismo tiempo, reduciendo así las pérdidas de las propiedades del fertilizante por lavado y evaporación, según Campofert (2019) el sistema de Fertirriego tiene 3 vías:

- Goteo,
- Aspersión y
- Microaspersión.

- o **Drench o aguatero**, esta técnica consiste en la aplicación de nutrientes disueltos en agua con la ayuda de una bomba de mochila (García, 2017), y se lleva a cabo con la aplicación del fertilizante sobre el suelo, para que sean absorbidos por las raíces de las plantas (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2017).

En la investigación realizada por los autores Castro & Chiquillo (2016) sostienen que con el uso del sistema Drench, se visualiza efectos positivos en el desarrollo fisiológico de las plantas, además en su investigación se asienta que mejora el crecimiento y desarrollo del sistema radicular.

### 2.6.2. Soluciones nutritivas

Las soluciones nutritivas es una importante técnica agronómica que consiste en aplicar fertilizante disuelto en agua para una mejor asimilación de los nutrientes, convirtiéndose en una sustancia acuosa compuesta una parte o el cien por ciento de nutrientes disociados y agua en la que constan microelementos y macroelementos (Santos & Ríos, 2016).

Las soluciones nutritivas originalmente tuvo su aplicación en los cultivos hidropónicos o que no tienen suelo, pero esta técnica en la actualidad también se aplica para los cultivos convencionales, cuyo objetivo es brindar a la planta una mejor absorción de nutrientes necesarios, ya que por la cantidad demandada de nutrientes en el suelo, para las cosechas, por cultivos intensivos y con mayores rendimientos, las plantas y los suelos para evitar el desgaste, requieren de los nutrimentos, por la cual es indispensable esta práctica, pues al ser solubles se encuentran disponibles inmediatamente para ser absorbidos por el sistema radicular de las plantas (InfoAgro, 2020).

Los autores (Juárez Hernández, y otros, 2006) mencionan que el uso de las soluciones nutritivas debe ser formuladas y calculadas de acuerdo al tipo de cultivo, ya que la demanda de nutrimentos es diversa.

### **2.6.3. Geoplus**

El Geoplus enraizador según el autor Lasso (2020) manifiesta que es un producto fertilizante inorgánico, aplicado de forma edáfica en las plantaciones de bananos y otros cultivos, compuesto principalmente por aminoácidos y fosfatos, que como sostiene TRIBANA (2021), ayuda al crecimiento y desarrollo del cultivo ya que por su composición química, estimula el crecimiento radicular y con ello logra una mejor nutrición de la planta obteniendo así cultivos más vigorosos y frutos de excelente calidad, con muy buenos rendimientos productivos.

Los enraizadores como menciona el autor Lema (2012) son vitales, ya que por medio del sistema radicular se absorben los minerales disueltos, nutrientes, y agua que son conducidos luego a toda la planta y a las nuevas plantas, es decir los retoños.

### **2.6.4. Carbón Natural**

A juicio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica el carbón es un producto orgánico con materia inorgánica, cuya apariencia es pétreo o rocosa sedimentaria compuesta por carbono amorfo e hidrocarburos.

El carbón natural como sostiene Rodríguez (2009) tiene origen desde muchos años atrás, por la época Carbonífero hace 350 a 280 millones de años, con los desechos de la vegetación existente en pantanos que se transformaban en hongos y bacterias pobres en oxígeno los cuales con el pasar del tiempo se iban consolidando con las altas

temperaturas y presión de la corteza terrestre, generando las capas de carbón existentes en la actualidad.

Además de los tipos de carbón existente de forma natural, existe el carbón vegetal, obtenido desde el punto de vista de Díaz, Gonzales, Sifuentes, & Gonzales (2010) de la combustión de la madera expuestas a altas temperaturas en un periodo de tiempo la cual genera una reacción denominada Pirolisis.

El carbón, tiene muchos usos en varios sectores industriales y de servicios, gracias a sus propiedades naturales, ya que al estar compuesto de hidrógeno y oxígeno en mayor cantidad y contener azufre, nitrógeno, y otros elementos en cantidades menores, es demandado por las siguientes industrias según (Rojas Delgado, 2008):

- Siderúrgica para la elaboración de hierro esponja.
- Ladrillera, con el fin de fabricar ladrillos.
- Cementera para la elaboración de cemento.
- Eléctrica, brindando energía eléctrica.
- Agroindustrias para la elaboración de fertilizantes.
- Energéticas para el uso de combustibles a base de hidrógeno.

El carbón vegetal también llamado biochar o biocarbón es un tipo de carbón que es el más utilizado en el sector agrícola, ya que este ayuda a la fertilización y evita la degradación del suelo, contribuyendo a una menor deficiencia de nutrientes, mejorando la producción y las propiedades físicas y químicas de la tierra usada para el cultivo (Escalante, y otros, 2016).

Los autores Escalante y otros (2016) sostienen que este biofertilizante está compuesto de los mismos componentes químicos que el carbón natural mineral con la única diferencia de que el biocarbón en su composición contiene relaciones de oxígeno/carbono más elevadas, además de otros elementos altamente recalcitrantes, haciéndolo más resistente a la oxidación química y biológicas modificando así algunas cualidades del suelo.

Biocarbón provoca cambios positivos ya que mejora la calidad del suelo como lo mencionan los autores Cuenca, Quevedo, & García (2019) en donde mediante su investigación manifiestan que el uso de este producto de enmienda edáfica beneficia la fertilidad del suelo pues se reduce la pérdida de fertilizantes por lixiviación y

destilación, y debido a que el biochar es altamente alcalino incrementa el PH del suelo, además de mejorar el crecimiento y la producción del cultivo ya que hace que el suelo sea más fértil.

#### **2.6.5. Fossil Shell Agro**

Fossil Shell Agro es un producto formado a partir de harina de concha fósil los cuales según los autores Ikusika, Mpendulo, Zindove, & Okoh (2019) consisten en restos esqueléticos de organismos marinos arcaicos situados en almacenes geológicos, originadas por dióxido de silicio en una fuente de agua ya sea de mar o de agua dulce.

Los autores Ikusika, Mpendulo, Zindove, & Okoh (2019) sostienen que el Fossil Shell también es llamado tierra de diatomeas y se caracteriza por ser un producto en forma de polvo, talco o harina muy fina, suave y liviana, con su componente principal el silicio y es usado por los agricultores como fertilizante e insecticida.

El Fossil Shell Agro como fertilizante es cien por ciento natural y orgánico, no tóxico, provee elementos que ayudan a fortalecer un crecimiento uniforme del cultivo, ya que su composición de minerales y microelementos estimulan el desarrollo nutricional de la planta, librándose además de plagas gracias a sus acciones de insecticida (Mauricio, 2019), además este producto ayuda al aumento de nitrógeno en los cultivos y contribuye al aumento del pH del suelo (Fabila, Adame, & Serrato, 2013).

Además, el Fossil Shell Agro debido a las características antes expuestas va a contribuir en los cultivos de forma eficaz al fortalecimiento de la raíz, y desarrollo de la planta, además de autoproteger el cultivo contra enfermedades y plagas por sus dos acciones.

#### **2.6.6. Ácido bórico.**

El boro es un elemento químico mineral con propiedades metales y no metales, que componen algunas plantas, este micronutriente es esencial para ciertos tipos de plantas vasculares del reino animal (Alarcón).

Los autores Gutiérrez & Torres (2013) sostienen que el boro es necesario para el ciclo de vida de las plantas, ya que este influye en el metabolismo, desarrollo y reproducción, por lo que sostiene que la deficiencia de este producto en ellas presenta anomalías en su crecimiento.

Según el autor Alarcón manifiesta que el ácido bórico es un compuesto de boro que las plantas absorben y asimilan en mayor cantidad, con lo cual mediante la fertilización con este producto resultan las siguientes acciones:

- El boro permite el transporte de azúcares necesarios en el cultivo.
- Aporta nutrientes en el crecimiento en peso de las hojas durante la floración.
- Ayuda en el cuajado de fruto.
- Además, es necesario un contenido en boro de los órganos reproductivos de las plantas ya que causa un efecto positivo en el proceso de formación de semillas.

### **2.6.7. Biobonb3**

Biobonb3 es un producto bioestimulante de banano, distribuido por la compañía “Eslabón del Agro” que ayuda a la absorción de nutrientes para una mejor productividad de los cultivos (Veloz, 2019).

Estos bioestimulantes contienen en su fórmula compuestos químicos, vitaminas, aminoácidos, enzimas, elementos minerales, azúcares y hormonas que estimulan el desarrollo de las plantas sin perjudicar o afectar el fruto, al igual que los estimulantes orgánicos, que cuentan con una composición no tóxica y cumplen la misma función de asegurar el desarrollo del sistema radicular de las plantaciones, mejorando el estado nutricional de la planta y manteniendo los procesos fisiológicos (Cedeño, 2017).

El biobond3 es un bioestimulante natural, que aporta en el metabolismo y en el sistema inmune de la planta, haciendo que los cultivos sean más vigorosos, productivos y resistentes a cualquier enfermedad.

### **2.6.8. Eslabón raíz**

El eslabón de raíz es un quelato orgánico compuesto de microelementos con estructuras compuestas de forma orgánica, que protege y transporta elementos necesarios en la nutrición vegetal.

Los micronutrientes quelatados son mejor asimilados tanto por las hojas o por las raíces ya que son más solubles, WALCO S.A. menciona que estos pueden ser aplicados de forma edáfica para que los elementos aplicados no se precipitan en el suelo, sean más asimilables por la planta y no sea tóxico al aplicar una cantidad mayor; y forma foliar, con el fin de que no se precipite de forma extracelular.

### **2.6.9. H2H**

Como lo hace notar GREEN PLANET DISTRIBUTORS, el H2H es un fertilizante líquido, orgánico y mineral, cuyas propiedades ayudan a nutrir el suelo, mejorando las propiedades biológicas, físicas y químicas.

GREEN PLANET DISTRIBUTORS a su vez manifiesta que el H2H otorga a los cultivos nutrientes para su desarrollo y crecimiento afectando al metabolismo de las plantas, además refuerza los suelos agotados.

De acuerdo con Edifarm (2016) declaró que el H2H posee micronutrientes como:

- Aminoácidos,
- Polisacáridos,
- Proteína,
- Aceite,
- Colágeno y
- Compuestos orgánicos.

Este producto estimula el ciclo de la fertilidad del suelo, además en los cultivos estimula de alguna manera el crecimiento de las raíces de las plantas resultando una mejor absorción de nutrientes por el sistema radicular así influyendo en floración y fructificación, mejorando así la producción del cultivo con excelentes rendimientos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

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

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental “Santa Inés” la misma que está ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, al alcance del Km 5.5 de la vía Machala – Pasaje, su propietario es la Universidad Técnica de Machala, pero esta es administrada por una empresa privada.

##### **Ubicación geográfica**

El área de estudio posee las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud: 79° 54' W

Latitud: 03° 16' S

Altitud: 8 msnm

Expresadas en Utm:

Longitud: 9638864 N

Latitud: 622212 E

Altitud: 8 msnm

##### **Ecofisiología**

El área de estudio, según los registros del INAMHI posee una temperatura promedio de 24°C, una precipitación anual media de 630mm, horas luz promedio de 5 dependiendo de la época, una humedad relativa media de 90%, el suelo posee una 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 irregular.

##### **Materiales de trabajo**

1. Bomba de fumigación manual,
2. Jarras medidoras,

3. Cuaderno para apuntes,
4. Bolígrafos,
5. Etiquetas de identificación,
6. Cámara,
7. Cinta métrica,
8. Machete,
9. Calibrador,
10. Fundas,
11. Cintas (control de semanas),
12. Podón,
13. Curvo,
14. Cunas,
15. Balanza y
16. Refractómetro.

### **Productos utilizados**

Los productos utilizados corresponden a los siguientes fertilizantes:

- Geoplus,
- Carbón Natural,
- Fossil Shell Agro,
- Ácido Bórico,
- Biobonb3,
- Eslabón raíz y
- H2H

### **Material genético**

Para la investigación se tomó un total de 40 plantas de banano perteneciente al orden Zingiberales, subgrupo Cavendish, clon Cavendish, ubicado dentro de la plantación. Esta investigación está enfocada en la aplicación mensual de soluciones nutritivas mediante Drench al hijo próximo a la parición, donde se tomó un registro de datos del desarrollo y producción del mismo en cada unidad experimental.



## Tratamientos

El área total donde tuvo lugar la investigación fue de 1 ha, se establecieron los tratamientos al azar, con cuatro tratamientos con un número igual de repeticiones en el campo (Tabla 2). El trabajo de campo inició 3 Julio del 2020 con la selección de las plantas y finalizó el 31 de marzo del presente año.

Tratamientos	Composición	Total	Total de plantas
T1	125 cc. Geoplus + 10 l. Agua	10 L.	10
T2	50 g. Carbón Natural + 50 g. Fossil Shell + 10 g. Ácido Bórico + 10 l. Agua	10 L.	10
T3	50 cc. Biobonb3 + 50 cc. Eslabón raíz + 50 cc H2H + 10 l. Agua	10 L.	10
T4	TESTIGO		10

**Tabla 2.** Tratamientos y composición

**Fuente:** Autor

En esta tabla se resume la composición y número de plantas que se realizó el presente experimento de tesis, en este caso son 4 tratamientos, cada uno cuenta con 10 repeticiones, en los 3 se utilizaron diferentes dosis de fertilizantes orgánicos y químicos disueltos en 10 litros de agua cada uno, el último T4 es el testigo el cual permitirá medir la influencia de la aplicación de las soluciones nutritivas mediante Drench y definir cuál es el más óptimo.

## 3.2. METODOLOGÍA

### Identificación del área experimental

La Granja Experimental “Santa Inés” cuenta con 7.5 has, cuyo propietario es la Universidad Técnica de Machala, pero es administrada por una empresa privada, la granja se dedica a la producción de banano convencional.

Para la realización del trabajo se seleccionó 1 lote de 1 ha que se centran en la producción de banano convencional, cuya producción inició desde hace 5 años.

### Selección del material genético

Para realizar el ensayo se seleccionó 40 plantas próximas a la parición, las cuales fueron tomadas al azar.

Las plantas fueron identificadas con etiquetas de colores azul, verde, rojo y blanco, las mismas que fueron colocadas a un costado del pseudotallo, en donde se señaló el tipo de tratamiento y el número de la planta, además se procedió al registro del número de repetición y demás datos relevantes para la investigación.

### **Preparación y mezcla de los tratamientos**

Se procedió a realizar la medición y cálculo de las cantidades exactas de los componentes de cada tratamiento a aplicar, mediante lo cual se describe a continuación:

#### **Tratamiento 1**

- Se midió 125 cc. Del producto Geoplus.
- El Geoplus se disolvió con 10 l. de agua.
- Se coloca en un tanque de bomba de fumigación.

#### **Tratamiento 2**

- Se pesó 50 g. Carbón Natural molido.
- Se aplicó 50 g. Fossil Shell Agro.
- Se añadió 10 g. Ácido Bórico.
- Los productos luego se disolvieron en 10 l. de agua.
- Se procedió a colocar en el tanque de bomba de fumigación.

#### **Tratamiento 3**

- Se escogió 50 cc. de Biobonb3.
- Luego se añadió 50 cc. de Eslabón raíz.
- Se agregó 50 cc del producto H2H.
- Por último, estos se disolvieron en agua.
- Se colocó en una bomba de fumigación manual.

Los tratamientos T1, T2 y T3, se diferencian por contener diferentes dosis con diferentes productos cada uno, pero disueltos en la misma cantidad de agua para los 3, mientras que el T4 es el testigo.



*Figura 1.* Preparación de tratamiento.

*Fuente:* Autor

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

La aplicación se la realizó a la planta madre seleccionada, próximo a la parición y al hijo para su desarrollo, mediante una bomba de fumigar manual 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, previo a la aplicación del producto se tomó una muestra de las raíces al primer mes y al último mes de la planta, seleccionando un total de 12 plantas al azar, es decir, 3 por cada tratamiento.

### **Manejo agronómico y labores culturales**

En el transcurso de esta investigación se realizaron las siguientes labores culturales.

- **Control de maleza**

El control de malezas estuvo a cargo de un trabajador de la granja y esta labor se realizó cada 2 semanas, con el fin de controlar las malas hierbas del cultivo.

- **Deshoje**

La actividad se llevó a cabo 1 vez a la semana con el objetivo de eliminar hojas no funcionales de las plantas, un trabajador relacionado a la granja se ocupó de esta labor.

- **Enfunde, encinte desflore y deschive**

El enfunde se realizó cuando la bellota emergió del pseudotallo y la misma contaba con una semana de desarrollo, mediante la cual un trabajador encargado se ocupó de la colocación de la funda con una cinta de color diferente con el fin de identificar la edad y madurez del racimo, pasado 4 días se procedió a realizar el desflore y luego de una semana se realizó el deschive del racimo.

- **Cosecha**

Llegado el tiempo de madurez y calibración adecuada, se procedió a cortar con un podón el racimo de manera cuidadosa a fin de que el fruto no sufra maltrato y daño, y este se ubicó en la “cuna” para ser trasladado hacia la empacadora para su revisión de calidad, en donde se midieron variables como el número de manos, peso del racimo, peso de raquis, grado de dedos de la mano sol, grado de dedos de la última mano y por último grados Brix de fruta verde.

### **Variables evaluadas**

Se evaluaron las siguientes variables tomadas para el ensayo desde la parición hasta la cosecha.

- **Muestra de raíz al primer y último mes**

Una vez seleccionada la planta a aplicar el tratamiento, se realizó un muestreo de las raíces de 12 plantas elegidas al azar, en la que se consta 3 de cada tratamiento, a fin de determinar el estado del sistema radicular de la planta.

- **Días a la parición**

Se procedió a registrar los días desde la aplicación de las soluciones nutritivas en plantas próximas a la parición hasta que empezó la florescencia y emergió la bellota por lote y por tratamiento y se calculó el total de días transcurridos.

- **Altura del hijo a la parición**

Se identificó semanalmente el crecimiento de la planta desde la aplicación de la solución nutritiva hasta la parición por lote y por tratamiento.

- **Número de hojas a la parición**

Se contabilizó el total del número de hojas funcionales de las plantas a la parición.

- **Días desde parición hasta la cosecha**

Se registraron los días desde la aparición de las plantas hasta la cosecha por lote y por tratamiento y se calculó el total de días transcurridos.

- **Altura de la planta a la cosecha**

Se tomó el total en centímetros de la altura de la planta a la cosecha.

- **Altura del hijo a la cosecha**

Se identificó semanalmente el crecimiento de la planta desde la inflorescencia hasta el día de la cosecha, por lote y por tratamiento.

- **Número de hojas a la cosecha**

Se contó el número de hojas totales con el que constaba la planta a la cosecha.

- **Número de manos**

Se procede a la contabilización y registro del número de manos por racimo y por tratamiento, de manera directa, una vez que el racimo se encontraba en la empacadora.

- **Peso del racimo**

Se procedió con la toma del peso del racimo en libras una vez cosechado y trasladado a la empacadora, en donde se lo sujetó en una balanza colgante para el registro del peso.

- **Peso del raquis**

De igual manera como el peso del racimo, se procedió a la toma del peso en libras del raquis una vez realizado el desmane, este se lo realizó con la ayuda de una balanza colgante.

- **Grado de dedos de la mano sol**

Una vez el racimo en la empacadora, se procedió a la toma del grado de los dedos de la mano sol, con la ayuda del calibrador.

- **Grado de dedos de la última mano**

De igual manera que la mano sol, se procedió a la toma del grado del dedo central de la última mano con la ayuda del calibrador.

- **Grados °Brix de fruta verde**

Se procedió a cortar un dedo de la mano sol de los racimos cosechados, y se aplicó una gota de este en el refractómetro para realizar la lectura del °Brix.

Las variables de la altura y la emisión foliar del hijo son variables directas que representan en el desarrollo del cultivo de banano, y estas se las tomó semanalmente hasta la emisión de la florescencia, mientras que las variables a la cosecha están directamente relacionadas a la producción y fueron tomadas al momento de la cosecha.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla de análisis de ANOVA de un factor de las siguientes variables muestra que no existe significancia porque sus valores no son menores al valor ( $p=0.05$ ) en ningunas variables según el análisis estadístico.

ANOVA DE UN FACTOR												
Variable	DA	AH	NH P	DC	AH C	NH C	NM	PR	PR Q	GDMS	GDUM	GBF V
Sig	,41 6	,17 2	,69 0	,55 3	,08 8	,15 5	,40 1	,35 6	,22 9	,599	,907	,815

*Tabla 3.* ANOVA de un factor.

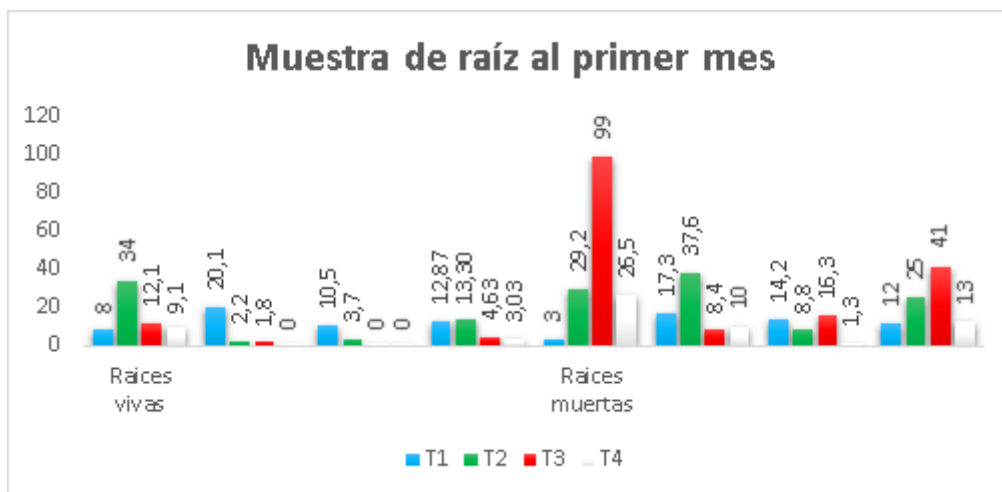
*Fuente:* Autor.

#### MUESTREO DE RAÍCES

##### MUESTRA DE RAÍZ AL PRIMER MES

La figura 2 da a conocer, que las raíces muertas cuentan con un porcentaje mayor a las vivas, siendo el T3, el que posee mayor cantidad de raíz muerta, mientras que el T1 y T2 poseen mayor cantidad de raíces vivas al primer mes de la aplicación de las soluciones nutritivas.

Según los autores Blomme, Swennen, Ortiz, & A.Tenkouano (2006), el sistema radical influye en el crecimiento del cormo, el pseudotallo, y la emisión de las hojas, para lo cual es necesario una buena fertilización y riego.



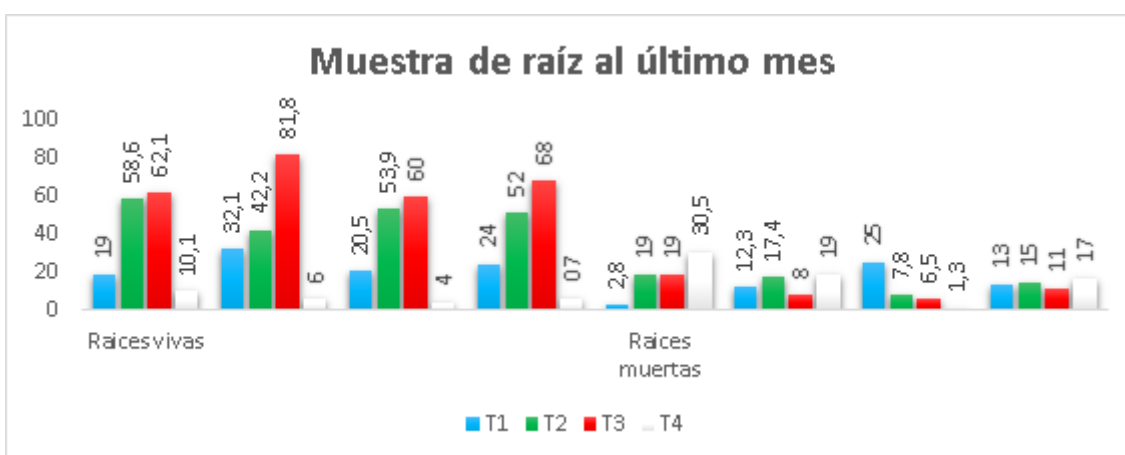
*Figura 2.* Variable muestra de raíz al primer mes.

*Fuente:* Autor.

## MUESTRA DE RAÍZ AL ÚLTIMO MES

En el muestreo realizado a las 3 plantas al azar de los 4 tratamientos aplicados al último mes de la investigación, se puede observar que el T3, según la figura 3 es el que mejor asimilación de la solución nutritiva a resultado, pues el sistema radicular ha vitalizado y se encuentra en el primer lugar al encontrarse con mayor porcentaje de raíces vivas, seguido del T2 y luego por el T1, mientras que, el testigo es el que posee la mayor cantidad de raíces muertas.

Esto concuerda con el autor Cedeño (2017), pues el tratamiento compuesto por Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, mejoró el sistema radicular y su desarrollo.



*Figura 3.* Variable muestra de raíz del último mes.

*Fuente:* Autor.

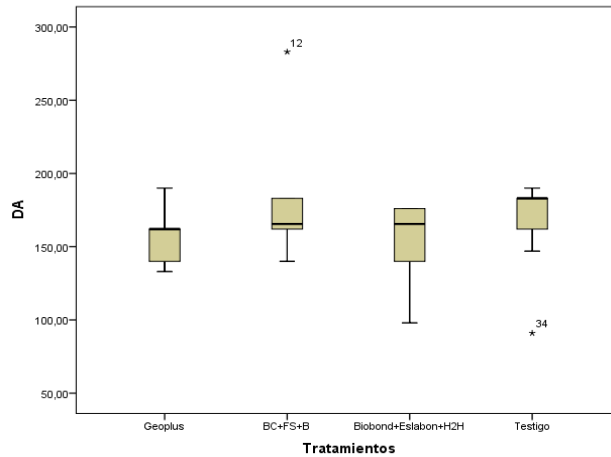
## RESULTADOS OBTENIDOS A LA PARICIÓN

### DÍAS A LA PARICIÓN

Como se muestra en la figura 2 en esta variable, respecto a los días a la parición el tratamiento 3 compuesto por Biobonb3, Eslabón raíz y H2H se demuestra que acortó el ciclo de los días hasta la parición lo cual resulta beneficioso. El T1 a su vez también refleja un menor tiempo de espera hasta la parición, no obstante, el T4 que es el testigo y el T2 arrojaron mayores días a la parición, por lo cual se puede interpretar que el uso de los bioestimulantes, el quelato orgánico y el H2H aplicados directamente al suelo de manera soluble, permiten una mejor absorción de nutrientes, provocando un buen crecimiento y estimulando la florescencia, concordando con Mendoza (2015) que



concluye en su trabajo de investigación que los bioestimulantes influyen a una mejor la producción .



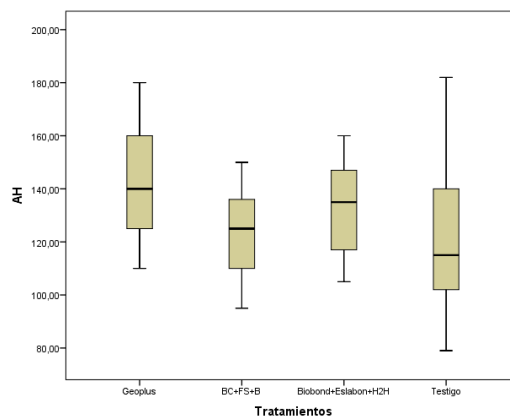
**Figura 4.** Medias y cuartiles para días a la parición (DA).

**Fuente:** Autor.

### ALTURA DEL HIJO A LA PARICIÓN

El tratamiento 1 constituido por Geoplus, enraizador orgánico que asiste en el crecimiento y desarrollo del cultivo, se destacó por tener la mayor altura del hijo al momento de la parición con una media de 1,40-1,45 m, concordando la investigación del autor (Quezada, 2015) que concluye que la composición de fósforo y aminoácidos, afectan potencialmente al crecimiento de las plantas, pues este producto, aporta nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta y llenado del fruto.

Además, se puede observar en la figura 5 que el T3 se encuentra con un total de 1,30-1,35m, ocupando el segundo lugar y como tercer y cuarto puesto están los T4 y T2 con valores que oscilan de 1,20-1,25 m, en cuanto a la altura del hijo a la parición.



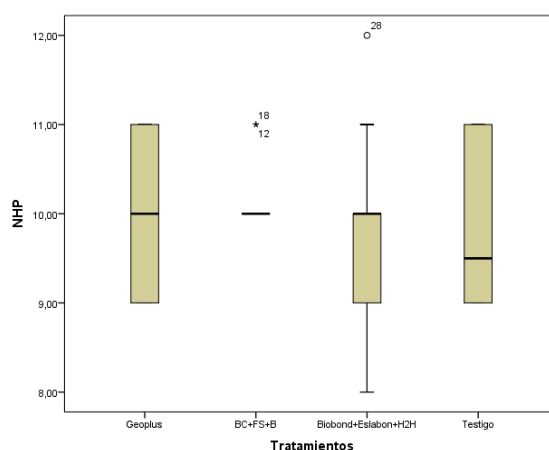
**Figura 5.** Medias y cuartiles para altura de hijo a la parición (AH).

**Fuente:** Autor.

## NÚMERO DE HOJAS A LA PARICIÓN

Como lo indica el autor Rivera (2016) en su investigación, el número de las hojas a la parición influye en el llenado y desarrollo del fruto, ya que con las hojas funcionales se puede obtener un fruto de calidad exportable en las primeras 6 semanas, con una cantidad de 10 hojas mínimas, siendo así que como se refleja en la figura a continuación, se puede observar que el T2 y el T1 obtuvieron los mayores números de hojas con medias de 10 a 10,20 hojas por planta, no así con los T3 y T4 los cuales resultaron con 9,8 hojas.

Los componentes de los 2 primeros tratamientos que son Geoplus para el primer tratamiento y el Carbón, Fossil Shell Agro mezclado con Ácido Bórico respectivamente denotan un impacto en cuanto a esta variable.



**Figura 6.** Medias y cuartiles para número de hojas a la parición (NHP)

**Fuente:** Autor.

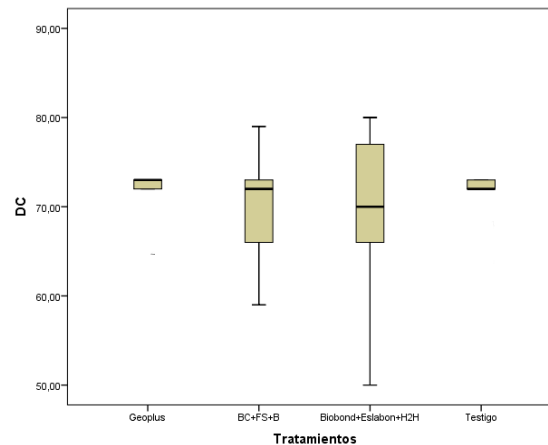
## RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COSECHA

### DÍAS DESDE PARICIÓN HASTA LA COSECHA

La fase reproductiva de la planta de banano según los autores Vargas, Watler, Morales, & Vignola (2017) manifiesta que tiene una duración aproximada de 84 días a cosecha, es decir desde que emerge la inflorescencia hasta que es cortado el fruto, por lo que en esta variable como se visualiza en la figura 7 todos los tratamientos se encuentran en el rango correcto, pero vale destacar que el primer lugar en días desde la parición hasta la cosecha lo obtuvo el T3 con una media de 69,5 días, esto quiere decir que se acortaron

los días, lo cual se traduce a que el productor cosechará en menos tiempo a los racimos de banano, significando así que llegará su producto con prioridad al mercado, haciendo que su demanda crezca y sea rentable. Los componentes de este tratamiento influenciaron en esta variable pues el Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, son productos que aportan a la planta nutrientes y estimulantes necesarios para acelerar la producción.

En segundo lugar, se encuentra el T2 con una media de 70 días, el Testigo tuvo el 3 puesto con cerca de 72 días y finalmente está el T1 con 73,5 días.



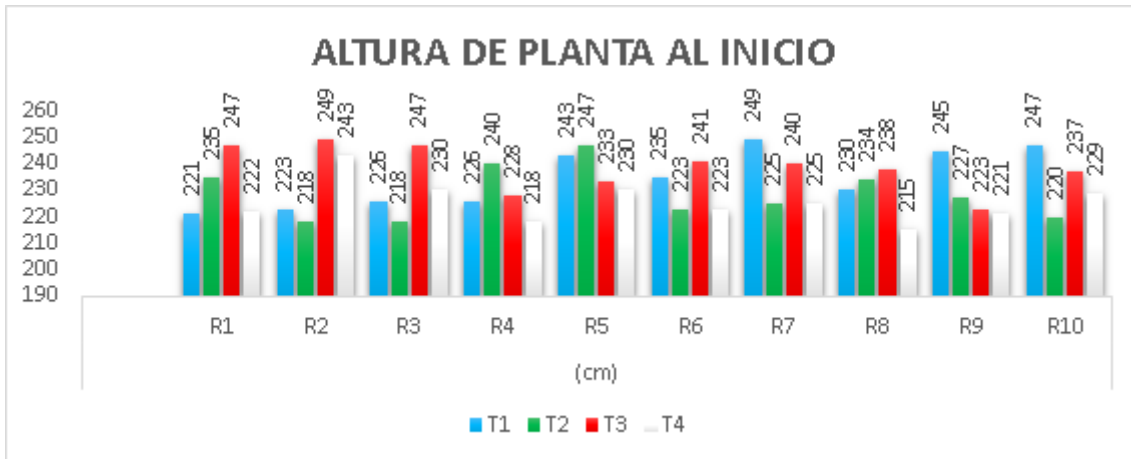
**Figura 7.** Medias y cuartiles para días desde la parición hasta la cosecha (DC)

**Fuente:** Autor

### **ALTURA DE LA PLANTA LA COSECHA**

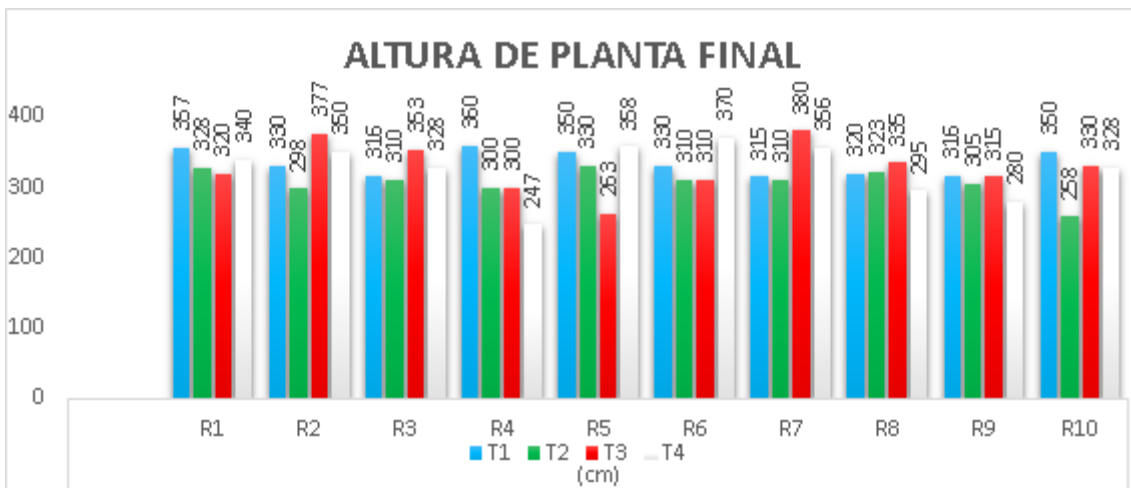
Las figuras 8 y 9 demuestran la altura en centímetros del crecimiento de la planta mediante desde el inicio del experimento hasta la cosecha de las mismas.

Se puede observar en la figura 8 las alturas de las plantas al iniciar el experimento, obteniendo un resultados promedio similar en centímetros en cada tratamiento, sin embargo, en la figura 9, se puede observar la varianza de las alturas de las plantas en la cual el T1 influyó mayormente en la altura de las plantas a la cosecha, coincidiendo con la variable de altura del hijo a la parición, pues el producto afecto en el desarrollo de la planta madre próxima a la cosecha, como a la altura del hijo, tal y como se lo mencionó anteriormente, por los compuestos de fósforo y aminoácidos, como lo manifiesta el autor (Quezada, 2015)



**Figura 8.** Variable de altura de la planta inicial.

*Fuente:* Autor



**Figura 9.** Variable de altura de la planta final.

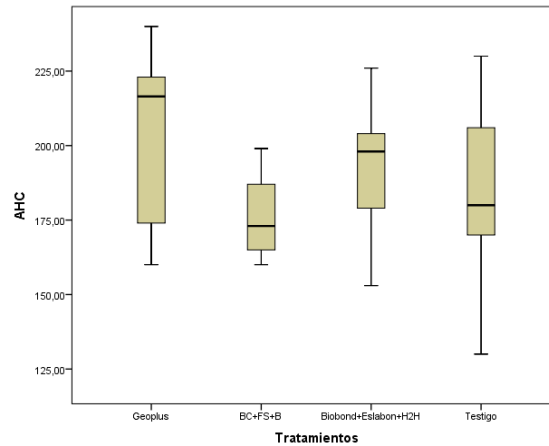
*Fuente:* Autor

### ALTURA DEL HIJO A LA COSECHA

Como se visualiza en la figura 10 la mayor altura a la cosecha lo consiguió el T1 con un aproximado de 2m, seguidamente el T3 y el testigo con medias de 1,92m y 1,85m respectivamente, el T2 obtuvo una altura de 1,75.

El Geoplus, nuevamente influyó en esta variable, otorgando al hijo un mejor desarrollo respecto a los otros tratamientos, gracias a su fórmula, además al ser un enraizador, permite un adecuado desarrollo de la raíz, logrando convertirlas en un buen sostén de la planta, además ayuda a una mejor nutrición a los cultivos, permitiendo así su

crecimiento y desarrollo según lo manifestado por los autores (Blomme, Swennen, Ortiz, & Tenkouano, 2006).



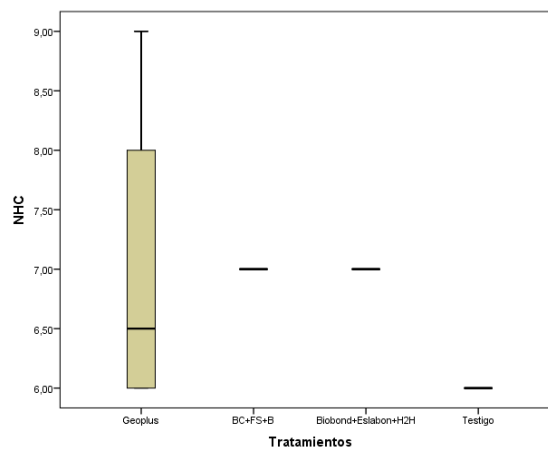
**Figura 10.** Medias y cuartiles para altura de hijo a la cosecha (AHC)

**Fuente:** Autor

### NÚMERO DE HOJAS A LA COSECHA

Al momento de la cosecha los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron similitud en el número de hojas con medias de 6,90 a 7; no así el testigo el cual dio como resultado 6,30 hojas.

Como se mencionó anteriormente esta variable incide directamente en el fruto, en este caso mientras menor sea el número de hojas provoca que el banano se convierta en “crema” o “pulpa amarillenta”, afectando así su calidad, los autores Martínez & Cayón (2011) mencionan que las hojas cumplen la función de reservar materia seca que a su vez sirve para el llenado del fruto, y en la etapa de floración estas incrementan un porcentaje en comparación con el pseudotallo.



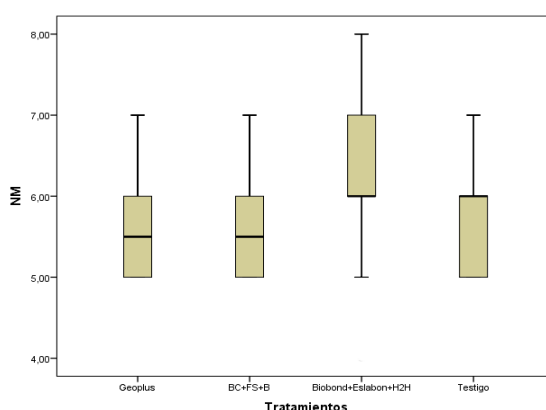
**Figura 11.** Medias y cuartiles para número de hojas a la cosecha (NHC)

**Fuente:** Autor

## NÚMERO DE MANOS DEL RACIMO

En esta variable como se denota en la figura a continuación, el mayor promedio de número de manos lo obtuvo el T3 con 6,2 manos por racimo, mediante la cual la influencia de los productos aplicados en la solución nutritiva se ve reflejados en este tratamiento; seguido por el Testigo y el T1 con 5,70 manos y por último lugar se encuentra el T2 con 5,60 manos. Esta variable se ve reflejada en el número de cajas que se elaboren, ya que si hay un mayor número de manos por racimo se producirán más cajas lo cual resultaría rentable para el productor.

Con respecto a esta variable, las soluciones nutritivas influyen en el número de manos del racimo, tal y como lo manifiesta el autor Urban (2014) en su investigación, pues al ser los nutrientes disueltos y aplicados mediante drench los componentes son mejor asimilados por las raíces de la planta, ayudando así en el desarrollo, como ha sido el caso del Biobon3, Eslabón raíz y el H2H.



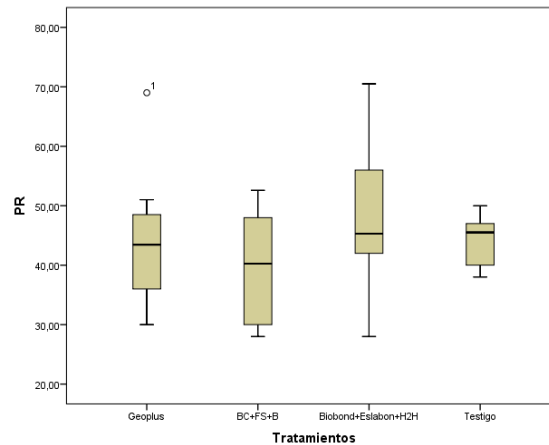
**Figura 12.** Medias y cuartiles para número de manos de racimo (NM)

**Fuente:** Autor

## PESO DEL RACIMO

En la figura 13 se puede observar las medias y cuartiles de los diferentes pesos de los racimos en los tratamientos, en el cual predomina el T3 con un peso de 48 libras, en segundo lugar, se ubica el testigo y el T1, con medias que se encuentran entre 45 y 44 libras respectivamente y por último está el T2 que cuenta por un peso de 40 libras.

La variable del peso del racimo, va ligada directamente con el número de manos del racimo a la cosecha, pues mientras mayor número de manos, mayor peso en el racimo, por lo que se concuerda con el autor (Urban, 2014).



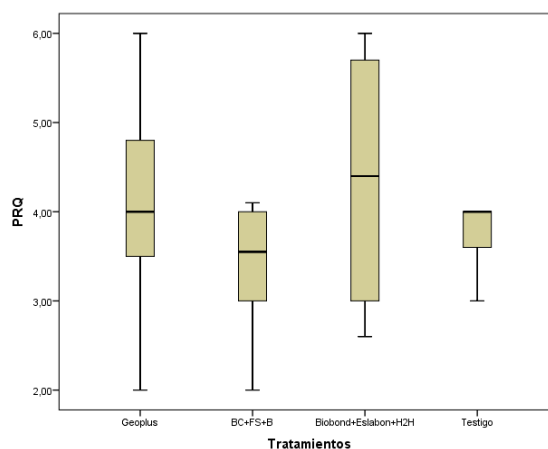
**Figura 13.** Medias y cuartiles para peso del racimo (PRC)

**Fuente:** Autor

### PESO DEL RAQUIS

El peso del raquis fue mayor en el tratamiento 3 con una media de 4,35 libras, seguido por el T1 por cerca de 4 libras, el testigo ocupa el tercer lugar con 3,80 libras y finalmente el T2 con 3,45 aproximadamente.

Esta variable se ve influenciada por el número de manos y peso del racimo y esto denota como menciona el autor Jaramillo (2020) que mediante el raquis pasan los elementos y nutrientes para el llenado del fruto, por lo que la aplicación de la solución nutritiva en combinación del T3, mostró un mejor resultado en la aplicación del producto.



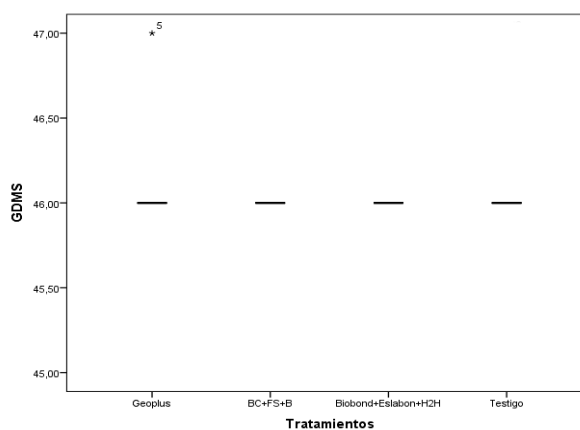
**Figura 14.** Medias y cuartiles para peso del raquis (PRAQ)

**Fuente:** Autor

## GRADO DE DEDOS DE LA MANO SOL

La literatura menciona que los valores promedios en la calibración oscilan entre 39° y 47°, en este caso todos los tratamientos se encuentran dentro de este rango, siendo así que el T1 tiene 46,10°; tanto el testigo como el T2 poseen el mismo número de grado que es 46 y por último está el T3 con 45,90°

Con respecto a esta variable, se puede observar que el Geo plus, aplicado mediante drench, tuvo mejor grado en los dedos de la mano sol, haciendo que la cosecha obtenga la calidad exportable, según el autor Lema (2012), la función de los enraizantes, influyen en el desarrollo y el funcionamiento del sistema radicular, la misma aportan para el crecimiento y desarrollo tanto de la planta como del fruto.



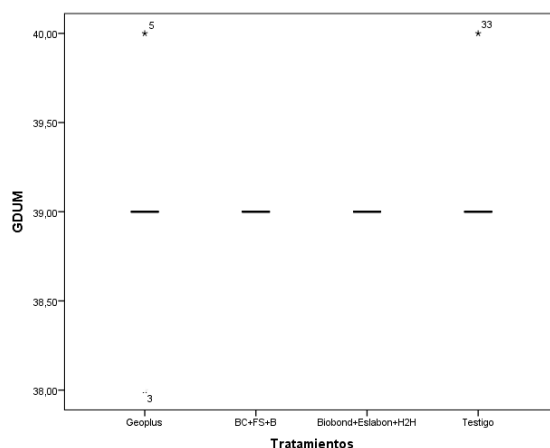
**Figura 15.** Medias y cuartiles para dedos de la mano del sol (GDMS)

**Fuente:** Autor

## GRADO DE DEDOS DE LA ÚLTIMA MANO

Con respecto a la variable del grado del dedo de la última mano, se puede apreciar en la figura a continuación que todos los tratamientos se encuentran en el rango acorde a la calidad exportable, tal y como lo estipulan las normas de exportación emitidas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, existiendo una similitud entre los tratamientos 2, 3 y el testigo con un valor de 39 grados, mientras que el tratamiento 1 varía de los otros mínimamente con 38,90°.





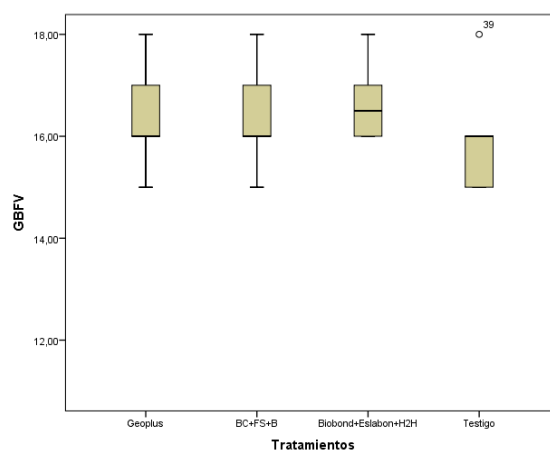
**Figura 16.** Medias y cuartiles para grado de dedos de la última mano (GDUM)

**Fuente:** Autor

### GRADOS BRIX DE FRUTA VERDE

Como se visualiza el mayor grado °Brix que posee es el tratamiento 2 con un valor de 16,40; seguido por el T1 con 16,30, bajando al T3 con 16,10 grados y por último al testigo con el promedio de 15,90.

Esta variable está relacionada directamente con el estado de madurez de esta fruta, ya que influye sobre la vida verde o habilidad de almacenamiento de la misma, durante largos períodos de tiempo, a su vez esta variable también tiene relación con los estándares de calidad para el consumo humano, pues influye directamente en la calidad del banano química para la exportación, pues se puede conocer el grado de azúcar que posee la fruta, (Arrieta, Baquero, & Barrera, 2006).



**Figura 17.** Medias y cuartiles para grado °Brix en fruta verde (GBFV)

**Fuente:** Autor

## 5. CONCLUSIONES

- Se puede evidenciar que el T3, compuesto por el bioestimulante Biobonb3, el enraizante Eslabón Raíz, y el fertilizante líquido H2H disuelto en diez litros de agua, fue superior a los demás tratamientos, en cuanto a eficiencia de productividad, pues este influyó en el sistema radicular de la planta, el tiempo de parición y cosecha del fruto, además que resultó mayor número de manos a la cosecha, llegando a la conclusión que con el uso de este tratamiento aplicado mediante Drench puede generar mejores rendimientos ya que se acortan los ciclos de producción.
- En lo que respecta a la calidad física del banano, se concluye que los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron que el grado de los dedos de la mano del sol y los grados de los dedos de la última mano, están de acorde a los requerimientos de calidad exigidos por los países consumidores, es decir, se cosecharon frutos de índole exportable.
- Todos los tratamientos aplicados tuvieron influencia en las características químicas del fruto, pues el grado °Brix sin una varianza significativa pero destacable tuvo un menor grado en el testigo con 15,90, esto influye directamente en el estado de madurez de la fruta.

## **6. RECOMENDACIÓN**

- Realizar un estudio de suelo previo a la aplicación de soluciones nutritivas, con el fin de no estresar a la planta por exceso de componentes químicos y orgánicos en el suelo.
- Desarrollar investigaciones a profundidad con el objetivo de mejorar la composición de las soluciones nutritivas alternativas aplicadas mediante Drench para una efectiva producción de banano.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Afanador, A. M. (2005). El banano verde de rechazo en la producción de alcohol carburante. *Revista EIA*(3), 51-68.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1492/149217448004.pdf>
- Aguilar Ramón, R. R. (2015). “*La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008 - 2013*”. Repositorio de la Universidad de Guayaquil:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8766/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20ROBERT%20AGUILAR.pdf>
- Alarcón Vera, A. L. (s.f.). El boro como nutriente esencial. *INFOAGRO*.  
<http://static.plenummedia.com/40767/files/20150523033838-el-boro-como-nutriente-esencial.pdf>
- Álvarez Córdova, E. (2018). *Cultivo de plátano (Musa paradisiaca)*. CENTA:  
[http://centa.gov.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa\\_Platano%202019.pdf](http://centa.gov.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf)
- Álvarez Cubillo, W. (2013). *Efecto del raquis floral de banano procesado sobre el vigor de la planta y la incidencia del desorden fisiológico conocido como "balaastro" en banano (Musa sp. AAA Gran Nain) en Río Frío, Sarapiquí, Heredia*. Obtenido de Repositorio de Instituto Tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos:  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5971/Efecto%20del%20raquis%20floral%20de%20banano%20procesado%20sobre%20el%20vigor%20de%20la%20planta%20y%20la%20incidencia%20del%20desorden%20fisiol%C3%B3gico%20conocido%20como%20balaastro%20en%20bana>
- Arrieta, A. J., Baquero, U. M., & Barrera, J. L. (2006). Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano ‘Papocho’ (Musa ABB Simmonds). *Agronomía Colombiana*, 48-53.
- Arteaga Alcivar, F. J. (2015). *Origen y evolución del banano*. Colombia .  
[https://www.academia.edu/24138727/2015\\_I\\_UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_D\\_E\\_COLOMBIA\\_ORIGEN\\_Y\\_EVOLUCI%C3%93N\\_DEL\\_BANANO](https://www.academia.edu/24138727/2015_I_UNIVERSIDAD_NACIONAL_D_E_COLOMBIA_ORIGEN_Y_EVOLUCI%C3%93N_DEL_BANANO)
- Bakhiet, S. B., & Elbadri, G. A. (2004). Efecto de la profundidad de plantación sobre la duración del ciclo de cultivo y rendimiento. *Revista InfoMusa*, 13(1), 12-14.  
[https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_\\_La\\_revista\\_internacional\\_sobre\\_bananos\\_y\\_pl%C3%A1tanos\\_966.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa__La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_966.pdf)
- Baridón, E., Vailatti, R., Rachoski, A., & Villarreal, y. J. (2017). Fertilización de banano (Musa paradisiaca L.) en Formosa Argentina: Rendimientos y resultados económicos. *Revista Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 27, 13-18.  
[http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/5DE96D011FD1B246032581AD00677F36/\\$FILE/13.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/5DE96D011FD1B246032581AD00677F36/$FILE/13.pdf)

- Barrera V., J. L., Cayón S., G., & Robles G., J. (Febrero de 2009). Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano 'Hartón' (Musa AAB Simmonds). *Revista de agronomía Colombiana*, 27(9), 73-79.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a10.pdf>
- Benítez Ibarra, P. A. (2017). “Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda Maria Antonieta”. Repositorio 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>
- Blasco López, G., & Gómez Montaña, F. J. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). *Revista medica UV*, 22-26.  
[https://www.uv.mx/rm/num\\_anteriores/revmedica\\_vol14\\_num2/articulos/propiedades.pdf](https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf)
- Blomme, G., Swennen, R., Ortiz, R., & Tenkouano, A. (2006). Sistema radical y crecimiento de brotes de banano (Musa spp.) en dos zonas agroecológicas de Nigeria. *Revista InfoMusa*, 15(1-2), 18-23.  
[https://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN060633\\_spa.pdf&id=14445](https://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN060633_spa.pdf&id=14445)
- Blomme, G., Swennen, R., Tenkouano, A., Ortiz, R., & Vuylsteke, D. (2001). Estimación del desarrollo de las raíces a partir de los caracteres de los brotes en banano y plátano (Musa spp.). *Revista InfoMusa*, 10(1), 15-17.  
[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)
- Campofert. (2019). *Productos eficientes para el cuidado de sus cultivos*.  
<https://www.campofert.com/fertirrigacion.html>
- Carpio Salas, J. G. (2011). *Evaluación de la eficiencia de cinc fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa L.) variedad morada extranjeera*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/786/1/13T0708%20.pdf>
- 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*. Repositorio de Universidad de las Regiones Autónomas de la costa Caribe Nicaraguense:  
<http://repositorio.uraccan.edu.ni/922/1/Karen%20Castellon%20y%20Benjamin%20Pineda.pdf>
- Castro, G., & Chiquillo, H. P. (2016). Evaluación de tres alternativas de fertiriego. *Revista Ingeniería y Región en el establecimiento del cultivo de plátano (Musa paradisiaca/hartón cv) en el Yopal, Casanare*, 16(2), 49-55.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5976616.pdf>
- Cedeño Sánchez, E. S. (2017). “Efectos de estimulantes orgánicos y fertilización potásica sobre la resistencia a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y

*producción en el cultivo de banano (Musa paradisiaca) en el cantón Buena Fe”*.  
Repositorio de Universidad Técnica Estatal de Quevedo:  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3283/1/T-UTEQ-0117.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(1), 308-346.  
[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)
- Cuenca Rivera, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la mineralización de Biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6-11.  
[https://www.researchgate.net/publication/343530006\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_mineralizacion\\_de\\_biocarbon\\_en\\_parametros\\_quimicos\\_del\\_suelo\\_en\\_dos\\_tiempos\\_de\\_incubacion](https://www.researchgate.net/publication/343530006_Evaluacion_de_la_mineralizacion_de_biocarbon_en_parametros_quimicos_del_suelo_en_dos_tiempos_de_incubacion)
- Dávila Cuesta, J. M., & Moreira Coello, D. A. (2014). *Propiedades nutricionales del banano en la alimentación escolar*. Guayaquil.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12564/1/Propiedades%20nutricionales%20del%20banano%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20escolar.pdf>
- Dawson, C. (2015). *Banano-perfil*. 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)
- Díaz Batalla, M., Gonzales Asencios, A., Sifuentes Yepes, D., & Gonzales Mora, E. (2010). El carbón vegetal: alternativa de energía y productos químicos. *Revistas científicas de la UNALM*, 95-103.  
<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/download/813/837>
- Edifarm. (2016). H2H® HARVEST to HARVEST. *Revista Vademécum Agrícola*, 150-151.
- Escalante Rebolledo, A., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., & Etchevers Barra, J. D. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 34, 367-382.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Escuela de Ingeniería Eléctrica. (s.f.). *Eficiencia Energética del Carbón Natural*. Soluciones energéticas para la vida cotidiana:  
<http://www2.eie.ucr.ac.cr/~jromero/sitio-TCU-oficial/boletines/grupo03/numero-4/INDEX3.html>
- Fabila Martínez, L., Adame Martínez, S., & Serrato Cuevas, R. (Junio-Diciembre de 2013). Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5344981.pdf>

- Fagiani, M. J., & Tapia, A. C. (2011). *Ficha del cultivo del Banano*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria:  
[https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo\\_del\\_banano.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_del_banano.pdf)
- FAO. (2020). *Análisis del mercado del banano 2018*. FAO:  
<http://www.fao.org/3/ca5626es/CA5626ES.pdf>
- FAO. (2020). *Análisis del mercado del banano Panorama general de febrero de 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations:  
<http://www.fao.org/3/ca9212es/ca9212es.pdf>
- Galan, V., Range, A., Lopez, J., Perez Hernandez, J. B., Sandoval, J., & Souza Rocha, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 1-22.  
<https://www.scielo.br/pdf/rbf/v40n4/0100-2945-rbf-40-4-e-574.pdf>
- García Sosa, R. O. (Agosto de 2017). *Evaluación de cuatro métodos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol Phaseolus vulgaris L., en los municipios de San Juan Ermita e Ipala del departamento de Chiquimula, Guatemala. 2016*. Repositorio de Universidad de San Carlos de Guatemala:  
[http://www.repositorio.usac.edu.gt/10404/1/19%20A%20TG-2964-2384-Garcia Sosa.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/10404/1/19%20A%20TG-2964-2384-Garcia%20Sosa.pdf)
- Gómez Calle, M. F. (2017). *Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas*. Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil:  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7714/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-119.pdf>
- González, V., & Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica:  
<https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
- GREEN PLANET DISTRIBUTORS. (s.f.). *Ficha técnica-H2H*. Quito.  
<http://files.greenplanetdistributorsecuador9.webnode.com/200000066-8b6f08c661/FICHA%20T%C3%89CNICA%20ECUADOR%20VAL.pdf>
- Guevara Ramia, R. B. (2015). *Analizar los costos de producción de una caja de banano convencional de la hacienda “Los Tamarindos” del sitio Jumón, Santa Rosa*. Repositorio Universidad Técnica de Machala:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2008/1/CD773\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2008/1/CD773_TESIS.pdf)
- Gutiérrez-Soto, M. V., & Torres-Acuña, J. (Julio-Diciembre de 2013). Síntomas asociados a la deficiencia de boro en la palma aceitera (*elaeis guineensis* JACQ.) en Costa Rica. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 441-449.  
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43729228021.pdf>
- Herrera Solano, A., Milanés Ramos, N., Hernández Sarmiento, J. P., Castillo Morán, A., Rodríguez Lagunes, D. A., & Aguilar Rivera, N. (2018). Momentos y formas de

- aplicación de fertilizantes y la respuesta de la caña de azúcar. *Revista Cultivos Tropicales*, 5-12. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n4/ctr01418.pdf>
- IFA. (2002). *Los Fertilizantes y sus usos*. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes: <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Ikusika, O. O., Mpendulo, C. T., Zindove, T. J., & Okoh, A. I. (2019). Fossil Shell Flour in Livestock Production: A Review. *Animales*(9), 1-20. [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)
- InfoAgro. (04 de Marzo de 2020). *Soluciones nutritivas en el fertirriego*. InfoAgro: <https://mexico.infoagro.com/soluciones-nutritivas-en-el-fertirriego/>
- Infoagro. (2021). *El cultivo del plátano (banano)*. Infoagro: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (s.f.). *Banano, plátano y otras musáceas*. iniap: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Jaramillo Dávalos, S. I. (s.f.). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas de banano*. Camara de Agricultura Zona 1: <https://agroecuador.org/images/pdfs/buenas-practicas/agric/Manuales-de-aplicabilidad-de-BPA-para-Banano.pdf>
- Jaramillo Pillajo, L. J. (2020). *Evaluación de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos en banano (Musa paradisiaca)*. Universidad Agraria del Ecuador: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILO%20PILLAJO%20LUIS%20JAVIER\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILO%20PILLAJO%20LUIS%20JAVIER_compressed.pdf)
- Juárez Hernández, M. D., Baca Castillo, G. A., Aceves Navarro, L. A., Sánchez García, P., Tirado Torres, J. L., Sahagún Castellanos, J., & Colinas De León, M. T. (2006). Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Revista Interciencia*, 31(4), 246-253. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-1844200600040003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-1844200600040003)
- Lasso, E. (2020). *Matriz de productos fertilizantes*. AGROCALIDAD, Quito. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Matriz-de-Productos-Fertilizantes.xlsx>
- Lema Ramos, L. E. (2012). “*Evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café Robusta (Coffea Canephora) en vivero, canton Francisco De Orellana, provincia de Orellana*”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2193/1/13T0738%20.pdf>
- Loaiza, L. (24 de Marzo de 2015). Fertirriego como alternativa de fertilización. *La República*.



<https://www.larepublica.co/archivo/fertirriego-como-alternativa-de-fertilizacion-2235476>

- Martín Bordoli, J., & Barbazán, M. (2010). *Aplicacion de Fertilizantes*. Facultad de Agronomía Universidad de la República de Uruguay:  
<http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/Aplicaci1.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 Fac. Nal. de Agronomía*, 2(64), 6055-6064.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Martínez Cardoz, C., Cayón Salinas, G., & Ligarreto Moreno, G. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Revista Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(2), 217-227.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n2/v17n2a06.pdf>
- Mauricio, D. P. (2019). *Maceración del pseudotallo en banano utilizando microorganismos de montaña en combinación con fertilizantes químicos para estimular el crecimiento del retorno*. Repositorio Universidad Técnica de Machala:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13844/1/DE00003\\_TRABAJO DETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13844/1/DE00003_TRABAJO DETITULACION.pdf)
- Mayorga López, Á. G. (2018). *Evaluación de la función del gen MaRARI de plátano en la resistencia al estrés biótico en tabaco*. 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)
- Mendoza Corro, E. L. (2015). *Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.) Valencia, Provincia de los Ríos*. Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo:  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1280/1/T-UTEQ-0003.pdf>
- Murrieta Medina, E., & Palma Moscoso, H. (09 de Octubre de 2018). *Manual de Buenas Practicas de Cosecha y Poscosecha de plátano y banano*. Issuu:  
[https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual\\_poscosecha\\_banano](https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_poscosecha_banano)
- Naturland. (2001). *Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico*. Naturland:  
<https://www.naturland.de/images/SP/Productores/banano.pdf>
- Quezada, A. E. (2015). *Efecto de un fertilizante orgánico en la producción de banano en el cantón Balao, provincia del Guayas*. Repositorio de Universidad Técnica de Machala:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3017/1/CD00009\\_TRABAJO DETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3017/1/CD00009_TRABAJO DETITULACION.pdf)

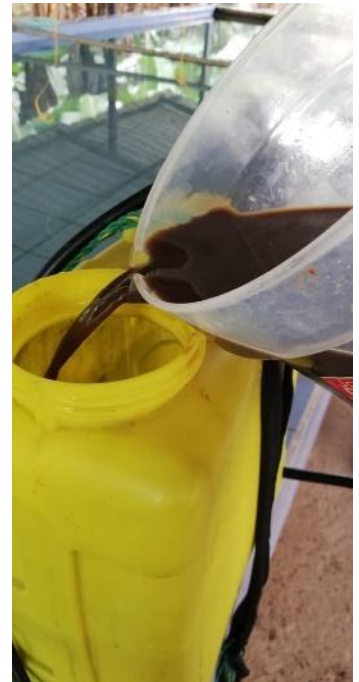
- Quijano Landaverde, J. M. (2010). *Técnica Drench 70 "Fertilización Innovadora"*.  
Ipipotash:  
[https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Landaverde\\_tecnica\\_drench\\_70\\_fertilizacion\\_innovadora\\_coffee.pdf](https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Landaverde_tecnica_drench_70_fertilizacion_innovadora_coffee.pdf)
- Ramírez Céspedes, C., Tapia Fernández, A. C., & Brenes Gamboa, S. (2010).  
DESARROLLO DEL CICLO PRODUCTIVO Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL BANANO DE ALTURA QUE SE PRODUCE EN EL CANTÓN DE TURRIALBA, COSTA RICA. *Revista de las Sedes Regionales*, 11(20), 92-106.  
<https://www.redalyc.org/pdf/666/66619992006.pdf>
- Rivera Macias, O. (2016). *Determinación de la cantidad de hoja efectiva para el llenado eficiente del racimo de banano*. Repositorio de Universidad Técnica de Machala:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7703/1/DE00056\\_TRABAJO\\_DE\\_TITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7703/1/DE00056_TRABAJO_DE_TITULACION.pdf)
- Rodríguez García, M. R., & López Seija, T. (2014). Comportamiento de la zona radical activa del banano en un Ferrasol bajo riego por goteo superficial y subsuperficial. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(2), 5-10.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n3/rcta01314.pdf>
- Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. J. (Julio-diciembre de 2006). Influencia delseudotallo 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.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316239009.pdf>
- Rodríguez, T. V. (2009). *El carbón en Castilla y León* (Segunda ed.). España: Talleres Gráficos Soler, S.A. <https://www.siemcalsa.com/images/pdf/El%20Carbon.pdf>
- Rojas Delgado, M. (2008). Perspectivas de procesamiento y uso del carbón mineral peruano. *Ingeniería Industrial*, 231-250.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428492012.pdf>
- Romero M., V. M. (1982). *Técnicas de aplicación de fertilizantes*.  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11625/77881\\_64223.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11625/77881_64223.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rosales, F. E., Belalcázar Carvaja, S., & Pocasangre, L. E. (2004). *Producción y comercialización de banano orgánico en la Región del Alto Beni*. Bioversityinternational:  
[https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Produccion\\_y\\_comercializacion\\_de\\_banano\\_org\\_nico\\_en\\_la\\_Region\\_del\\_Alto\\_Beni\\_Manual\\_practico\\_para\\_productores\\_1098.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Produccion_y_comercializacion_de_banano_org_nico_en_la_Region_del_Alto_Beni_Manual_practico_para_productores_1098.pdf)
- Sabio, C., Salgado, C., Salgado, V., & Sáenz, V. (s.f.). *Manual del cultivo de banano*. Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2933/1/01.pdf>

- Salazar Veloz, R., & Del Cioppo Morstadt, J. (2015). *Ecuador: Exportación de banano (Musa sp.)*. Obtenido de Researchgate:  
[https://www.researchgate.net/profile/Del-Cioppo-Morstadt-Javier/publication/309395087\\_ECUADOR\\_EXPORTACION\\_DE\\_BANANO\\_Musa\\_sp\\_ESTUDIO\\_SECTORIAL\\_DEL\\_BANANO\\_ECUATORIANO\\_DE\\_EXPORTACION/links/580e06c108aebfb68a50436a/ECUADOR-EXPORTACION-DE-BANANO-Musa-sp-ESTUDI](https://www.researchgate.net/profile/Del-Cioppo-Morstadt-Javier/publication/309395087_ECUADOR_EXPORTACION_DE_BANANO_Musa_sp_ESTUDIO_SECTORIAL_DEL_BANANO_ECUATORIANO_DE_EXPORTACION/links/580e06c108aebfb68a50436a/ECUADOR-EXPORTACION-DE-BANANO-Musa-sp-ESTUDI)
- Santos Coello, B., & Ríos Mesa, D. (2016). *Cálculo de Soluciones Nutritivas en suelo y sin suelo* (Primera ed.). Gráficas Sabater S.L.  
[http://agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro\\_622\\_soluciones\\_nutritivas.pdf](http://agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_622_soluciones_nutritivas.pdf)
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (14 de Noviembre de 2017). *Cusco: Senasa fomenta técnica de fertilización en cultivo de café*. Senasa:  
<https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/cusco-senasa-fomenta-tecnica-de-fertilizacion-en-cultivo-de-cafe/>
- Soto, M. (2008). *Banano Técnicas de Producción, Manejo, Poscosecha y Comercialización* (Tercera ed.). Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.
- Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira* (Primera ed.). (V. P. Jenny Nizama, Ed.) Piura, Perú : Hidalgo Impresores E.I.R. Docplayer:  
<https://docplayer.es/36778738-Guia-practica-para-el-manejo-de-banano-organico-en-el-valle-del-chira.html>
- TRIBANA. (2021). *TRIBANA*. GEOPLUS: <https://tribanaagro.com/geo-plus/>
- Urban Viejo, N. W. (2014). *Aplicación de soluciones nutritivas inyectadas y en drench más la adición de leonardita en el cultivo de banano (Musa AAA) variedad Williams*. Repositorio Universidad de Guayaquil:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6056/1/URBANViejoNESTOR.pdf>
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (Diciembre de 2017). *Ficha técnica cultivo de banano*. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica:  
<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, 167-182.  
<https://afese.com/img/revistas/revista53/comerbanano.pdf>
- Veloz Leon, P. G. (2019). *Gestión de recuperación de cartera vencida de la Compañía Agrícola Eslabón del Agro del cantón Urdaneta*. Babahoyo.  
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7616/VELOZ%20LEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WALCO S.A. (s.f.). *Todo sobre los quelatos*. Colombia.  
[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_4/mod\\_virtuales/modulo2/6.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_4/mod_virtuales/modulo2/6.pdf)

## 8. ANEXOS



*Productos a utilizar*



*Preparación de los tratamientos*





*Identificación de los tratamientos con etiquetas de colores.*



*Planta T4R2*



*Aplicación de solución nutritiva mediante Drench*



*T2R3 Con solución nutritiva aplicada directamente al suelo*



*Toma de datos en desarrollo*





*Toma de datos a la cosecha.*