

**Evaluación de la eficiencia del bioestimulante Aquaclean ACF-32 en la producción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca L*) utilizando la metodología de cámaras de multiplicación en el distrito de Turbo Antioquia**

José Ángel Moreno Rentería

Eduar Andrés Zapata Rosero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y del Medio Ambiente

Programa Agronomía

Turbo – Antioquia

Noviembre 2020

**Evaluación de la eficiencia del bioestimulante Aquaclean ACF-32 en la producción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca L*) utilizando la metodología de cámaras de multiplicación en el distrito de Turbo Antioquia**

Por:

José Ángel Moreno Rentería

Eduar Andrés Zapata Rosero

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Agrónomo

Asesor:

Phd: Ramón Antonio Mosquera Mena

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa Agronomía

Turbo – Antioquia

Noviembre 2020

### **Dedicatoria.**

A Dios a mi esposa Sandra Milena Echavarría, mis hijos, Andrés Felipe Zapata Jerónimo y Zapata, a mi Madre Glaciris rosero Zambrano, mis hermanos Shirley Zapata Rosero y Felipe Zapata rosero y a mi gran amigo Aurencio Lozano.

Eduar Andrés zapata Rosero.

Quiero dedicarle todo este proceso principalmente a Dios. Todo poderoso que me acompañó en instante, dándome fuerzas en momentos difíciles cuando me buscaba a caer siempre me sostuvo con su amor y su misericordia.

También quiero dedicarle este triunfo a la mujer que me trajo a este mundo mi madre. Rosalba Renteria. Siempre estuvo ahí dándome ánimos en las buenas y en las malas con su apoyo en todo momento. Gracias y mil gracias madre. A mí esposa gracias por tu apoyo dándome fuerzas ánimo en Gracias y mil gracias...

José Ángel Moreno

### **Agradecimientos.**

Queremos agradecer en especial a mis profesores Ramón Antonio Mosquera y Daniel Urbiñez por las enseñanzas recibidas en cada una de sus tutorías, y a cada uno de los que hicieron parte en el proceso formativo.

Gracias UNAD CEAD Turbo...

### Resumen.

La investigación se realizó en el municipio de Turbo – Antioquia – Colombia, en un predio de la Universidad Nacional abierta y Distancia (UNAD), ubicado en el barrio la Lucila. El propósito fue evaluar la dosis más efectividad del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32<sup>®</sup> en la reproducción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca L*) bajo la metodología de cámara de germinación y almacigo. Para la evaluación del producto en cámara de germinación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, mediante 5 tratamientos en los cuales se usaron 10 cormos en cada uno y 3 repeticiones por tratamiento de los cuales (T1, T2 y T3) corresponden al producto bioestimulante enraizador en las dosis (0.5, 1 y 1,5 cc/l), y T4 y T5 corresponden a testigos sin aplicación de bioestimulante donde se evaluaron 2 repeticiones, para un total de 10 cormos evaluados. Después de la sexta semana de siembra de los cormos en la cámara, se procedió a contabilizar los rebrotes por cormo, deshije y trasplante en bolsa de polietileno con sustrato de arena y gallinaza en proporción 3/1 y ubicado en almacigo. En esta etapa se sembraron 110 plantas correspondientes a cinco tratamientos; los tratamientos T1, T2 y T3 correspondieron a la aplicación en drench del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32 en dosis de 0.5, 1 y 1.5 cc/L de agua, respectivamente. Transcurridos 8 semanas de la siembra, se evaluó la altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud del tallo, peso y longitud de raíces. El análisis de varianza concluye que no se presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la cámara de germinación ni en el almacigo.

Palabras clave: Multiplicación de semillas, bioestimulante, crecimiento, condiciones agronómicas, cultivo

### **Abstract.**

The research was carried out in the municipality of Turbo - Antioquia - Colombia, in a property of the Open and Distance National University (UNAD), located in the Lucila neighborhood. The purpose was to evaluate the most effective dose of the bio stimulant AQUACLEAN ACF-32® in the reproduction of plantain seedlings (*Musa paradisiaca* L) under the germination chamber and storage room methodology. For the evaluation of the product in the germination chamber, an experimental design of completely random blocks was used, through 5 treatments in which 10 corms were used in each one and 3 repetitions per treatment of which (T1, T2 and T3) correspond to the rooting bio stimulant product in doses (0.5, 1 and 1.5 cc / l), and T4 and T5 correspond to controls without bio stimulant application where 2 repetitions were evaluated, for a total of 130 corms evaluated. After the sixth week of sowing the corms in the chamber, the regrowth's per corm, desiccation and transplantation were counted in a polyethylene bag with a substrate of sand and chicken manure in 3/1 proportion and located in the warehouse. In this stage, 110 plants corresponding to five treatments were sown; treatments T1, T2 and T3 corresponded to the drench application of the bio stimulant AQUACLEAN ACF-32 in doses of 0.5, 1 and 1.5 cc / L of water, respectively. 8 weeks after sowing, plant height, number of leaves, stem diameter, stem length, weight and root length were evaluated. The analysis of variance concludes that there were no statistically significant differences between the treatments in the germination chamber or in the storehouse.

**Keywords:** Seed multiplication, bio stimulant, growth, agronomic conditions, cultivation

## Contenido.

	Pág.
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	11
2. PROBLEMA .....	13
2.1 Descripción del problema.....	13
3. JUSTIFICACIÓN .....	15
4. OBJETIVOS.....	17
4.1 Objetivo General.....	17
4.2 Objetivos Específicos.....	17
5.2. Clasificación de las Musáceas .....	18
5.3. Llegada del plátano a Colombia .....	20
5.3.1. Importancia del Cultivo de Plátano en Colombia .....	20
5.3.2. Producción de Plátano en la Subregión de Urabá .....	21
5.4. Condiciones para Establecimiento de Cultivos de Plátano .....	22
5.5. Siembra del plátano.....	22
5.6. Descripción de la Planta.....	23
5.6.1. La Raíz en el Plátano.....	24

5.6.2. El Tallo .....	25
5.6.3. El Seudotallo.....	26
5.6.4. Las Yemas .....	27
5.6.5. Las Hojas .....	27
5.6.6. El Racimo .....	28
5.7. La Semilla y Forma de Propagación del Plátano.....	28
5.8. Técnicas de Producción de Semilla Vegetativa de Plátano.....	29
5.8.1 Técnica Tradicional.....	29
5.8.2 Técnica Báker.....	29
5.8.3 Técnica Hamilton.....	30
5.8.4 Técnica <i>In Vitro</i> .....	30
5.8.5 Técnica Corpoica “Inducción de brotes”.....	30
5.9. Sistemas de Riego.....	31
5.10. Bioestimulantes.....	31
5.10.1. Los Productos Bioestimulantes.....	32
5.10.2. Enraizante AQUACLEAN ACF-32.....	32
5.11. Antecedentes de Multiplicación de Semillas de Plátano en Cámara Térmica .....	35
5.12. Antecedentes de Uso de Bioestimulantes.....	40
6. Metodología.....	44
6.1. Localización .....	44



6.2. Materiales y Equipos.....	45
6.3. Tratamientos .....	47
6.4. Ejecución del Experimento .....	49
6.4.1. Fase 1.....	49
6.4.2. Fase 2.....	51
6.5. Variables.....	51
6.6. Diseño del Experimento .....	52
6.7 Tratamiento de los datos. ....	53
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
7.1. Comportamiento de parámetros ambientales .....	55
7.2 Tabla No.4. Resultados del análisis de varianza de las características morfológicas de las plántulas de plátano Dominco-Harton evaluadas en cámara de germinación en Turbo - Urabá.....	49
7.2. Comportamiento del número de rebrotes en cámara térmica. ....	56
7.3. Comportamiento del Longitud de la Planta.....	57
7.4. Comportamiento del Numero de Hojas.....	58
7.5. Comportamiento del Diámetro de la Planta. ....	59
7.6. Comportamiento del Peso de la Raíz. ....	60
7.7. Comportamiento del Longitud de la Raíz. ....	61

7.8. Comportamiento del Longitud de Tallo .....	62
8. CONCLUSIONES .....	64
9. RECOMENDACIONES .....	65
BIBLIOGRAFIA .....	66
ANEXOS .....	71

## **Introducción.**

El plátano se cultiva en las regiones tropicales, teniendo una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo; se encuentra entre los cuatro productos agrícola más importante a nivel global, los otros tres son la uva, la manzana y los cítricos (FAO, 2004).

En este sentido, la mayor producción de plátano para el comercio internacional es producido por países de Latinoamérica y el Caribe (Arias et al, 2004). En el caso específico de Colombia, su participación comercial ocupa los primeros lugares al lado de cultivos como el café, la caña de azúcar, las flores y la palma africana, además de constituir una importante fuente de empleo en los departamentos donde se siembra.

En Colombia, El cultivo de plátano representa alrededor del 50% del área sembrada en el país, con aproximadamente 500 mil hectáreas cultivadas, estando presente en gran parte de territorio nacional. “Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para 2017 el principal productor fue el departamento de Antioquia con un total de 61.000 hectáreas sembradas, seguido por Arauca, Quindío, Córdoba y Valle del Cauca” (Porrás, 2019, pág. 1).

De igual forma, se puede apreciar que, en Colombia, la producción de plátano en su mayoría, es realizada por pequeños productores, para los cuales este cultivo es la principal actividad económica que desarrollan especialmente para los mercados nacionales, sin embargo, hay medianos y grandes productores cuyo producto va orientado a los mercados de exportación. Cuando se trata de producción con fines de exportación, es en la zona de Urabá donde se

encuentra la mayor cantidad de cultivo seguido por el departamento del Quindío (Superintendencia de Industria y Comercio, 2006).

Bajo esta circunstancia, el cultivo del plátano se encuentra en expansión o crecimiento para la atención de la demanda, lo que implica la necesidad de contar con semilla de buena calidad y cantidad, principalmente porque el plátano al ser partenocarpico no produce semilla y su reproducción es por rizomas (Canchignia y Ramos, 2004).

Conforme a lo anterior, con el presente trabajo se pretende producir un aporte científico para la producción de plántulas de buenas características físicas que producidas en cámara térmica y fortalecidas en vivero puedan ser utilizadas en plantaciones nuevas con las condiciones deseadas por el productor, para lo cual se evalúa la eficiencia del bioestimulante AQUACLEAN 32 sobre la producción de rebrotes de plátano (*musa paradisiaca*) realizado en cámaras de multiplicación, que tienen lugar en el distrito de Turbo Antioquia.

## **Problema.**

### **2.1 Descripción del problema**

De acuerdo con el informe de la Cámara de Comercio de Urabá (2016), el plátano de exportación es uno de los cultivos de mayor importancia en la región de Urabá con respecto a cultivos permanentes de la zona, representando el 71 % de las exportaciones plataneras del país, sin embargo, una de las mayores limitantes que presentan las producciones de plátano en esta región es la deficiencia a la hora de adquirir semillas o plántulas para su siembra, acudiendo en gran medida a la extracción de cormos, los cuales presentan baja tasa de multiplicación ya que la relación es 1/1 (1cormo por 1 planta), influyendo de esta manera en la baja sustentabilidad de estos ejercicios de multiplicación de semillas y el aumento de la posibilidad de transportar con los cormos las plagas y enfermedades prevalentes en los mismos.

El principal efecto en la escasez de material vegetal para propagación, es el desabastecimiento de fruta tanto en el mercado nacional como internacional, (Zuluaga, Patiño, & Collazos, 2007) lo que ha llevado a diseñar estrategias de manejo para evitar estas problemáticas, como lo son las cámaras térmicas de propagación, las cuales obtienen semillas sanas y de bajo costo, evitan la propagación de plagas como el picudo y el gusano tornillo, nematodos, etc. y evitan la diseminación de enfermedades, como la bacteriosis (Narvaez, 2006).

Al mismo tiempo se encuentra en el mercado productos diseñados para estimular las raíces en este y otro tipo de cultivos, los cuales potencialmente pueden hacer posible que se presente un

mejor desarrollo radicular de las plantas producidas a partir de sistemas de reproducción como las cámaras térmicas.

En este sentido, la presente investigación, pone especial atención en uno de estos productos (AQUACLEAN ACF-32) y sus posibles beneficios en la reproducción de plántulas de plátano en condiciones óptimas que puedan favorecer a los productores que se han visto afectados por esta problemática en sus cultivos.

En consecuencia, el interrogante que guía la ejecución de la investigación en cuestión, es el siguiente:

¿La aplicación del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32 puede mejorar la emisión e hijuelos del corno de plátano (*Musa paradisiaca*) bajo la metodología de cámara térmica, así como potenciar el desarrollo de las plántulas en almacigo en el distrito de Turbo –Antioquia?

### **Justificación.**

En Colombia, para el año 2018 se exportó en plátano un total de 4.2 millones de cajas, lo que significó una reducción del 3,9% en comparación con el año 2017, no obstante, el valor de estas fue de 51,1 millones de dólares, lo que equivale a un 5,1% más que el año inmediatamente anterior. Esta reducción en el volumen de exportación, fue consecuencia de condiciones climáticas, pues se presentó el fenómeno del niño en lugares del país donde se produce el plátano, especialmente en la zona de Urabá (Augura, 2019).

De acuerdo a datos suministrados por Augura (2019), el principal comprador del plátano colombiano durante el año 2018 fue Estados Unidos, pues a este se exportaron 1,9 millones de cajas; seguido por Reino Unido a donde se exportaron 1,7 millones de cajas; y finalmente, en tercer lugar, se encuentra Italia con un total de 184 mil cajas exportadas.

En estas cifras, la zona de Urabá juega un papel predominante. Para el segundo semestre del año 2017, en Urabá había 95.000 hectáreas dedicadas a la producción agrícola, de las cuales 35.000 hectáreas producen banano tipo exportación, y 30.000 hectáreas producen plátano que benefician a más de 8.000 familias, y convierten la Zona en el principal productor de Plátano de Colombia (Restrepo, 2017).

En este sentido, la Zona de Urabá está llamado a encabezar el listado de zonas productoras tanto de fruta para consumo interno y exportación, como de viveros y laboratorios encargados de

la diseminación, selección, venta y mejoramiento de variedades en pro de la expansión y el fortalecimiento de la agremiación platanera en Colombia.

Debido a lo anterior, se hace necesario realizar un estudio que permita obtener información acerca de alternativas de propagación y control de material vegetal que cumpla con los estándares del mercado y a su vez permita a pequeños, medianos y grandes productores, mediante la utilización de cámaras térmicas y la incorporación de bioinsumos (cumplen la función de aumentar la tasa de rebrotes por unidad de producción maximizando recursos), la obtención de una cantidad y calidad de semillas y el aumento de su rentabilidad.

Específicamente, en el presente trabajo se pretende hacer uso del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32 el cual, según la publicidad, propicia el rápido crecimiento de raíces de absorción estimulando los procesos biológicos esenciales para el crecimiento, además de que ofrece mejorar la disponibilidad y absorción de nutrientes.

En virtud de esto, la investigación planteada, es de tipo exploratoria, pues hasta el momento en la Zona de Urabá no se han llevado a cabo trabajos que se centren en un objeto de estudio similar. En este caso, mediante el trabajo de campo, se permitirá determinar tendencias, identificar relaciones potenciales entre distintas variables y se podrán establecer fundamentos para futuras investigaciones.



## **Objetivos.**

### **Objetivo General**

Evaluar la eficiencia del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32 en la reproducción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*) bajo la metodología de cámara térmica y producción en vivero en el distrito de Turbo -Antioquia.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la dosis de mejor eficacia del bioestimulante AQUACLEAN ACF32 en la emisión de yemas laterales del cormo de plátano, aplicado en drench en la cámara térmica en el distrito de Turbo Antioquia.
- Establecer la dosis de mayor eficacia del bioestimulante AQUACLEAN ACF32 sobre las variables de crecimiento de las plántulas de plátano creciendo en almacigo en el distrito de Turbo Antioquia.
- Contribuir a la estructuración de un plan para la producción de semillas bajo la metodología de cámara térmica y bioestimulante en el distrito de Turbo Antioquia.

### **Marco Teórico.**

El Plátano es un cultivo cuyo origen tiene lugar en el Sudeste Asiático. Se considera, que este se desarrolló de forma simultánea en Malasia y en las Islas de Indonesia, no obstante, los datos sobre su origen no son completamente claros. De igual forma, existe poca claridad del concepto de plátano, pues a menudo se llama de esta forma a los bananos, los cuales son en mayor medida comercializados, a diferencia del plátano macho. Sin embargo, existe variedades de plátanos, los cuales son diferenciados por su tamaño, el tamaño y forma de los frutos, la dimensión de las hojas, pero especialmente se diferencia por la conformación del racimo (Solís, 2007).

### **Clasificación de las Musáceas**

El género *Musa* se encuentra dividido en 5 secciones, de los que la sección *Eumusa* comprende las dos especies, *Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla (representados por los genomas A y B respectivamente) que son las que dan origen a todos los plátanos partenocárpicos que hoy conocemos (Solís, 2007).

Tomando en consideración a Sylvio Belalcázar (1991) la planta de plátano al igual que la de banano son monocotiledóneas, los cuales, por poseer sépalos coloreados y ovario adherente interno, han sido situados dentro del orden de las Escitamiáceas. Este orden específico posee seis familias, la mayoría de las cuales, con excepción de las Musáceas y las Bromeliáceas, tienen relación con plantas ornamentales de especial interés e importancia económica.

En este sentido, los plátanos y bananos comestibles hacen parte de la familia de las Musáceas, que a su vez está dividida en tres subfamilias, una de las cuales es la Musoidea, cuyos miembros poseen, entre otras características, hojas dispuestas en espiral y flores frecuentemente unisexuales. Según Martínez (2009) las musáceas pueden poseer genomas de Acuminata o de Balbisiana, las cuales pueden ser diploides, triploides o tetraploides.

En el caso específico de Colombia la clasificación de las musáceas más conocidas son las siguientes:

Tabla 1. *Clasificación de las Musáceas*

<b>Genoma</b>	<b>Nombre común</b>
AA	Bocadillo, chirarío, chiro, banano oro (originados en Malasia)
AAA	Banano común o Gros Michel con sus variantes. Banano tipo Cavendish con sus variantes (originados en Malasia)
AAB	Plátano dominico, dominico-hartón, hartón, hortaeta, Bourokou, etc. (originados en la India)
ABB	Pelipita, cachaco, topocho. (originados en la India)
ABBB	Treparoid (originado en el sureste de Asia)

Fuente: Martínez, 2009

## **Llegada del plátano a Colombia**

De acuerdo a Alfonso Martínez Garnica (2009), respecto a la llegada del plátano a América, se cree que inicialmente este fue llevado por parte de los árabes a España, para posteriormente ser introducido al continente americano directamente o a través de las Islas Canarias. En lo que concierne a la llegada del plátano a Colombia se gestan dos teorías: la primera, que fue traído por a la zona del Darién de donde se difundió por toda la costa Pacífica; y la segunda, que fue introducido por los padres Dominicos por el Orinoco y sembrado inicialmente en el municipio de San Martín, en los Llanos Orientales de Colombia.

## **Importancia del Cultivo de Plátano en Colombia**

El cultivo de plátano en Colombia, posee una relevancia significativa, pues no solo se constituye como estratégico dentro del sector rural, sino que ocupa un lugar destacado en el suministro urbano de alimentos. Sin embargo, no se puede desconocer que es un cultivo de gran complejidad, especialmente en lo relacionado a su producción, pues esta se encuentra influenciada por un gran número de sistemas de siembra al igual que por una gama amplia de condiciones ecológicas (Belalcázar, 1991).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2014) del total de 394.351 hectáreas de área sembrada en el año 2013 correspondiente al 65% de área sembrada en el país, y representan a su vez el 80% de la producción total, donde los mayores productores son los

departamentos de Cauca, Nariño, Valle, Risaralda, Córdoba, Caldas, Tolima, Antioquia, Meta y Quindío, siendo el menor productor Cauca y el mayor el departamento del Quindío.

### **Producción de Plátano en la Subregión de Urabá**

Según la cadena del plátano del Ministerio de Agricultura, (Minagricultura, 2019) hay regiones que sobresalen en la producción por su grado de especialización aplicada en la producción de banano y plátano de exportación, en especial en la región de Urabá, el nororiente del Magdalena, los llanos orientales y el sur del Cauca. Esto ha permitido que el país tenga una participacion del 8,6% en la producción mundial con el producto de plátano, que para el 2018 fue de 474.860 toneladas, presentando una tasa promedio de producción tonelada anual de 8.1, entre 2018.

En consecuencia, con la producción departamental, Urabá junto con el Suroeste antioqueño, son las subregiones que más importancia tienen en la producción de plátano en el departamento. En el Suroeste como cultivo tradicional asociado al café y la siembra de la variedad Dominico Hartón y en el Urabá como monocultivo con vocación de exportación, mercado nacional y consumo local donde se siembra la variedad Hartón, además, una pequeña parte es procesada en forma de chips o snacks. En cuanto a la comercialización del plátano tipo exportación en la subregión de Urabá la realizan empresas como: C.I. Uniban, C.I. Banacol, C.I. Conserba (Del Monte) y Banur, teniendo como principales mercados los Estados Unidos y Europa (Herrera y Sánchez, 2015).

## **Condiciones para Establecimiento de Cultivos de Plátano**

El cultivo de plátano requiere de lluvias bien distribuidas durante el año, con precipitaciones que fluctúen entre 1.800 y 2.500 milímetros anuales. El plátano es una planta umbrófila que nunca cierra totalmente sus estomas, motivando que las pérdidas de agua por transpiración sean altas, perdiendo hasta 26 litros de agua en un día soleado y 17 litros en un día semicubierto.

Los suelos sueltos y profundos con contenidos medios a altos de materia orgánica, son los mejores para el cultivo, ya que permiten el buen desarrollo de las raíces, retienen la humedad y no se encharcan con facilidad. Para la producción comercial del plátano se recomienda no sembrar en suelos pendientes o erodables, ya que se incrementan los costos de producción y se dificulta el manejo del cultivo. Así mismo, las siembras que se hagan en zonas con presencia periódica de vientos huracanados deben estar protegidas con barreras rompe vientos.

Para este último terreno, se recomienda usar especies protectoras como el limoncillo, entre otras, formando franjas a través de la producción para que impidan la erosión, de tal manera se deben hacer trazos en triángulos a través de las pendientes (Belalcázar, 1991).

### **Siembra del plátano.**

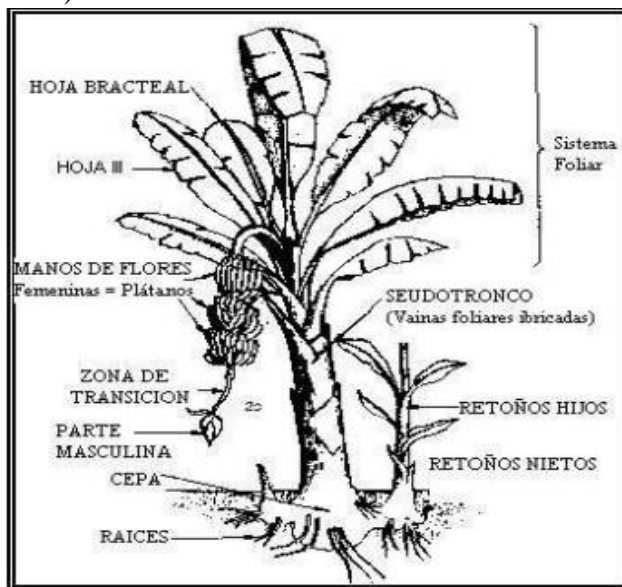
Según Gasca (et al, 1998) se debe seleccionar una buena semilla, para garantizar las buenas condiciones agronómicas. Ellos recomiendan que estas se deben sacar de platanales sanos, que no

tengan enfermedades tales como el Moko o la Bacteriosis, y ataque de plagas tales como el cucarron o picudo negro, ni el gusano barrenador, ya que de lo contrario la cosecha será débil y aumentará los costos de mantenimiento.

Tradicionalmente se ha usado cepas o cabezas de matas cosechadas, o caídas; los colinos o puyones de aguja y el reciente material llamado “cabeza de toro”, que consiste en una semilla de cabeza o cepa, con un trozo de pseudotallo para aprovechar las reservas de alimento que en él se encuentran.

### 5.6. Descripción de la Planta

El plátano, es una planta herbácea perenne, que cuando está en el proceso de fructificación mueren sus partes aéreas, las cuales son reemplazadas por los retoños que comienzas a crecer desde su cimient (Solís, 2007).



**Figura 1. Esquema Planta de Plátano.**

Los tipos más altos de la serie Cavendish pueden llegar a alcanzar casi hasta 8 m de altura, 4.23 m hasta el cuello de la planta y 3.77 m de longitud del limbo. A continuación, se trae a colación una descripción de las partes esta plantación.

### **La Raíz en el Plátano**

El sistema radicular del plátano está conformado por raíces de caracteres adventicios, fasciculados y fibrosos. La emergencia de este sobre la superficie del cormo no concuerda con ningún patrón espacial de distribución, pues este puede ser en grupos de dos, tres o cuatro, o simplemente se puede presentar de forma individual. Estas raíces denominadas como primarias, posteriormente dan origen a raíces laterales secundarias y terciarias, cuyo número y desarrollo es mucho mayor en los puntos en los cuales la raíz primaria ha sufrido un daño parcial o total (Belalcázar, 1991).

De forma específica, el sistema radicular tiene como función el permitir que la planta pueda tomar agua y nutrientes del suelo, a la vez que le da soporte y anclaje preciso que impiden su volcamiento (Zuluaga et al, 2005).

En lo concerniente a la longitud de la raíz, sus dimensiones están influenciadas por la textura y estructura del suelo, los valores mayores corresponden a suelos livianos, franco-arenosos y los menores a suelos pesados y franco-arcillosos. Donde en los primeros la longitud puede alcanzar hasta los 3mt y en los segundos hasta 2mt. (Belalcázar 1991).



*Las plagas que atacan la raíz:* En la raíz pueden existir comedores o chupadores de la raíz. Los comedores más comunes son los que llamamos chizas o mojojoi (*Ancognata sp*) y cuyo adulto es un cucarrón. Atacan las raíces, debilitan la planta y hacen que esta se voltee perdiéndose el 100% de la producción (Martínez, 2009).

Además, se encuentran también los nematodos, que son una plaga parecida a una lombriz microscópica. Los nematodos se pueden alimentar por dentro (endoparásitos) o por fuera de la raíz (ectoparásitos). El daño consiste en que poseen en un extremo un estilete que lo inyectan en una raíz, posteriormente producen e inyectan una saliva que tiene como función digerir los contenidos protoplasmáticos, de tal manera que puedan ser succionados. Entre los nematodos *fitoparásitos* se encuentran: *Radopholus similis*, *Pratylenchus spp.*, *Meloidogyne spp.* Y *Helycotylenchus spp.*

## **El Tallo**

El tallo de las musáceas es un cormo. En este, existen tres partes claramente definidas: la parte externa o cortical en donde se aprecian las cicatrices que dejan los pecíolos de las hojas al irse desprendiendo, la parte interna de donde emergen raíces y brotes e hijuelos y en la parte central superior está el meristemo principal que da origen a las hojas y al racimo (Martínez, 2009).

Por otro lado, Zuluaga (et al, 2005) afirma que la unidad básica de multiplicación vegetativa de la planta es el colino, constituido por un tallo subterráneo denominado “cormo”, que es un

bulbo con entrenudos cortos y yemas axilares. Estas llemas al desarrollarse dan origen a nuevos colinos que conforman un conjunto de planta de plátano. La parte superior del bulbo está conformada por brácteas fuertemente entrelazadas, que protegen el ápice vegetativo que es el que produce las hojas y en su etapa final la inflorescencia o racimo.

En este sentido, la semilla convencional o cormo, después de su siembra, presenta una evolución importante, ya que sea cual fuere la profundidad de siembra o tamaño de semilla, siempre forma un segundo cormo. El cormo sembrado nunca crece de tamaño, sólo germina y su punto de crecimiento casi a nivel del suelo, origina el segundo corno, el cual se hace visible o consolida entre los 6 y 7 meses después de la siembra. Además, es el responsable de producir el racimo. Para los ciclos posteriores, cada colino forma un solo cormo que está adherido al cormo madre por un tejido alargado o conducto comunicador.

### **El Seudotallo**

El Seudotallo es también denominado falso tallo, tronco o penca, el cual está formado por las vainas o calcetas de las hojas, que entrelazadas, se envuelven unas a otras. La edad de la planta, el ciclo productivo y la variedad determinan la altura y grosor del seudotallo de la planta. El color de este, el cual depende de la variedad, cambia de verde claro a rojo (Zuluaga et al, 2005).

En consecuencia, las principales funciones del seudotallo son: sostener el racimo, y transportar agua y nutrientes.

## **Las Yemas**

Las yemas, son aquellas que dan origen a los “colinos”. Su origen está en la zona interna o central y brota a la superficie del corno por la base del entrenudo. La posición de estas esta relaciona con la distribución de las hojas alrededor del tallo. Inicialmente, el crecimiento y desarrollo de las yemas respecto al eje del tallo es perpendicular, pero después, se va tornando paralelo a este (Belalcázar, 1991).

La emergencia de las yemas sobre el suelo depende principalmente por la densidad poblacional y la edad que tenga el tallo principal, esto es siembras ya establecidas. Pero, en las siembras nuevas, las salidas de las yemas dependen del tamaño del corno que se utilizó como semilla (Belalcázar, 1991).

## **Las Hojas**

Se distribuyen en forma de espiral y aparecen con intervalos de tiempo, influenciados por la altura sobre el nivel del mar, la variedad y el régimen de lluvias. Una hoja está conformada por el limbo, la nervadura central, el pecíolo y la vaina o calceta. En las hojas se elaboran los alimentos a través de la fotosíntesis y además a través de ellas respira la planta. Cada planta de plátano forma durante su ciclo vegetativo entre 36 y 40 hojas, las cuales se desarrollan aproximadamente cada 6 días en zonas cálidas, y cada 12 días en zonas de mayor altitud (Zuluaga et al, 2005).

## **El Racimo**

El racimo se despliega dentro del tallo o cormo, partiendo del ápice de crecimiento. Este se encuentra conformado por el tallo floral o también conocido como raquis que sostiene la flor. Las flores de esta estructura salen envueltas en hojas purpuras, que reciben el nombre de brácteas, las cuales se caen cuando se empiezan a ver grupos de flores que son origen de las manos o gajos del racimo. Desde el momento que aparece la bellota o flor y el llenado del racimo transcurren aproximadamente de tres a cinco meses, dependiendo de las condiciones climáticas (Morales, 2010).

## **La Semilla y Forma de Propagación del Plátano**

Las semillas son de gran importancia para la producción platanera, sin embargo, han existido diferentes dificultades al respecto. Aunque, no se puede desconocer que se han generado ciertos avances direccionados a la mejora de la eficiencia en calidad productiva y sanitaria, y en la racionalización de costos.

Las semillas pueden clasificarse de la siguiente manera (Zuluaga et al, 2005):

- Colino convencional o tradicional, con tamaños para siembra directa en el campo entre 0.5 kg a 10 kg.

- Rebrotos naturales o inducidos (explantes), con pesos entre 200 a 300 g, que necesitan pasar previamente por un almácigo.
- Semilla a base de meristemas, conocida como *in vitro*, la cual se desarrolla en un laboratorio especializado y requiere también una fase de almácigo.
- Secciones de sepa con yemas, muy utilizadas en banano.

### **Técnicas de Producción de Semilla Vegetativa de Plátano**

Existen diversas técnicas para la producción de semillas para el cultivo de plátano. Tomando en consideración el estudio realizado por Zuluaga (et al, 2005), se pueden identificar las siguientes:

#### **Técnica Tradicional.**

Semilla convencional o colino aguja producida naturalmente, que el agricultor recoge de cualquier plantación, en la mayoría de los casos sin selección por calidad y sanidad, con pesos mayores a un kilogramo.

#### **Técnica Báker.**

Semilla introducida por la remoción de yaguas o calcetas, con aporque y aplicación de materia orgánica para estimular yemas latentes. Con esta técnica se producen entre 12 y 15 semillas.

**Técnica Hamilton.**

Esta semilla se produce eliminando la dominancia apical de la planta madre, después de que esta ha cumplido seis meses de edad (16-20 hojas), y fertilizando con materia orgánica para estimular la brotación de colinos. Se produce un promedio de 13 colinos por sitio.

**Técnica *In Vitro*.**

Se producen plántulas en laboratorios especializados a través de cormos o inflorescencias de plantas madres seleccionadas. Estas plantitas nacen libres de plagas y enfermedades, pero tienen un alto costo inicial y requieren un manejo cuidadoso en su etapa de endurecimiento en bolsa. Se pueden producir hasta 250 semillas por yema seleccionada.

**Técnica Corpoica “Inducción de brotes”.**

Es la integración de la técnica Hamilton, la metodología de la producción y manejo de la semilla *In Vitro*, así como los conocimientos sobre la potencialidad de formación de yemas que tiene un rizoma de plátano. Esta técnica permite la producción de 20 a 30 rebrotes por sitio intervenido en un lapso de tres meses.

## **Sistemas de Riego**

Hay cinco sistemas de riego principales para la producción de plátano y banano según los autores Robinson y Galán (2011):

- Por inundación o por surcos
- Por aspersión alta (sobre la copa)
- Por aspersión baja (por debajo de las hojas)
- Por microaspersión
- Por riego por goteo

## **Bioestimulante.**

Se llama bioestimulante a los insumos que son aplicados a los cultivos con el objetivo de fortalecer y promover el desarrollo de gran cantidad de raíces. Esto se da mediante fitohormonas de enraizamiento, pues entre más sanas y fuertes son las raíces, más saludable es la planta. Para alcanzar estos efectos en los cultivos se han diseñado múltiples productos que parecen reclamar características que estimulan las raíces, sin embargo, algunos tipos de estos parecen funcionar mejor que otros (Cisneros, 2018).

Cada vez más, existe la tendencia de ir reemplazando los reguladores de crecimiento sintéticos utilizados en la propagación de plantas, por productos bioactivos de origen biológico, tales como los bioestimulante, con el objetivo de disminuir los costos de producción. Algunos bioestimulante han demostrado ser efectivos en esta sustitución de hormonas sintéticas, ya que

contienen análogos de *brasinoesteroides* y fracciones de hormonas vegetales naturales con los que se han obtenido resultados promisorios muy halagadores en cultivos como musáceas, papa, arroz y tomate (Díaz et al., 2004, citado por Cedeño, 2015).

### **Los Productos Bioestimulantes**

El uso de productos que promuevan el desarrollo radicular en los cultivos, principalmente en los intensivos, es una práctica ya común y generalizada. Existe un universo amplio y diverso de productos que se promueven para este fin, podríamos organizarlos en dos grupos fundamentales:

- *Bioestimulante a base de fósforo*: son productos con altas concentraciones de fósforo que generalmente combinan con alguna materia orgánica (ácidos orgánicos o aminoácidos) y/o bajas concentraciones de hormonas (auxinas, *citoquininas* y hasta *giberelinas*).
- *Bioestimulante base hormonas*: son productos diseñados en base a combinaciones de hormonas concentradas a los cuales se les agregan otros elementos como fósforo (siempre presente en bioestimulante), quizás nitrógeno (depende mucho de la fuente del fósforo) y los complementan con vitaminas ocasionalmente.

### **BIOESTIMULANTE AQUACLEAN ACF-32**

Entre sus instrucciones de uso, recomiendan que se puede hacer por aspersión en la superficie diluyendo una parte del producto en 20 partes de agua para eliminar problemas de olores, o



puede ser usado en plantas de tratamiento de aguas servidas aplicando dosis de 10 a 20 ppm al inicio y luego bajando a dosis de mantenimiento de 0.5 a 1.0 pm.

En este caso, AQUACLEAN ACF-32 es una fórmula única, compuesta por bacterias aeróbicas, anaeróbicas-facultativas, quimiotrópicas y fotosintéticas, amigables con el medio ambiente, por lo tanto, utiliza actividad biológica natural para disolver sólidos y no es peligroso, tóxico, o dañino para humanos, animales, peces ni plantas. Este producto tiene un olor a ácido sulfhídrico el cual se disipa rápidamente.

En la ficha técnica según Aqua BioLand (2019) el ACF-32 promueve el rápido crecimiento de raíces de absorción el cual estimula los procesos biológicos esenciales para el crecimiento, además de mejorar la disponibilidad y percepción de nutrientes. Al contener una mezcla de especies de microorganismos con una especificación de 387/450 millones de microorganismos/ml se convierte en ideal para preservar y cuidar las plantas que presentan estados de debilitamiento y al mismo tiempo permite la activación biológica del suelo.

### **Función del ACF-32**

Entre las funciones del ACF-32 se encuentran: disminuir la generación de plagas, mejorar la salud del suelo y su calidad, así como estimular la salud de las plantas y por ende incrementar la producción en el cultivo.

## **Beneficios**

Aparte de su función de mejorar la salud de la planta, el ACF-32 no contiene fertilizantes, acelera la germinación de la semilla, el producto es un aliado interesante para las plantas en el momento de su aplicación, lo cual permite la generación de semillas las cuales pueden absorber los nutrientes necesario en época de lluvias, para enfrentar la sequía, ayuda en la retención de agua para la planta y genera grados Brix más altos (Aqua BioLand, 2019)

## **Composición y Propiedades**

El ACF-32 está compuesto a base de agua, no es tóxico ni patógena de bacterias que surgen naturalmente. Entre su composición se cuenta con 84% de base de agua, un 14% de sustrato orgánico no peligroso y un 1% de cultivos bacteriológicos viables: Es importante destacar que el producto es una mezcla patentada.

### **Esporas de bacterias.**

*Bacillus amyloliquefaciens*

*Bacillus subtilis*

*Bacillus licheniformis*

*Bacillus pumilus*

### **Complejo de bacterias.**

*Rhodopseudomonas palustris*

*Nitrosomonas europaea*

*Nitrobacter winogradskyi.*

### **Aplicaciones.**

Se pueden realizar a muchos tipos de cultivos, en estadios, en campos de golf, césped, entre otros, utilizando cualquier sistema de riego, sea este por aspersión, goteo e incluso hidroponía. Además, se puede aplicar a plántulas, hortalizas, árboles y arbustos (Aqua BioLand, 2019)

### **Antecedentes de Multiplicación de Semillas de Plátano en Cámara Térmica**

A continuación, se expondrán diferentes estudios que hicieron uso de cámaras térmicas para la multiplicación de semillas de plátano, tal como se hizo en la presente investigación:

- ***Biorreguladores Para la Propagación Intensiva del Banano Williams (Musa Aaa Simmonds) en Cámara Térmica:***

Este trabajo investigativo, fue realizado por el autor Cedeño (2015) en el país ecuatoriano, específicamente en una granja experimental llamada La Teodomira, perteneciente a la Universidad Técnica de Manabí. Este proyecto tuvo una duración de cinco meses, comprendidos entre los meses de noviembre de 2013 y abril de 2014.

El objetivo de este experimento era desarrollar un sistema de propagación intensiva de plantas de banano en condiciones de cámara térmica basado en el uso de biorreguladores. Para esto, llevaron a cabo dos experimentos:

En el primero se evaluaron el efecto de cuatro niveles de bencilaminopurina (BAP) y el bioestimulante Basfoliar sobre la tasa de multiplicación del banano cv. "Williams" bajo condiciones de cámara térmica, para lo que se utilizó 4 réplicas dando un total de 64 unidades experimentales; y en el segundo, se determinó el potencial de enraizamiento y calidad de tres estados fenológicos de plántulas de banano cv. "Williams" provenientes de tejido calloso y de brotes adventicios (Cedeño, 2015).

Tras la ejecución de un análisis de varianza en el primer experimento, se pudo concluir que no hubo diferencias significativas para el bioestimulante Basfoliar, ni para la interacción BAP x Basfoliar. De igual forma, se pudo ver la formación de tejido calloso a partir de los brotes de primera generación (R1), produciéndose aquí la mayor cantidad de plántulas. También se obtuvo plantas adventicias en menor cantidad. Con la concentración de 80 mg L<sup>-1</sup> de BAP, se evidenció la presencia de callos y plántulas anormales. Los síntomas observados en estas plántulas fueron crecimiento arrosado, tallos débiles y acuosos, con hojas deformadas y necróticas, muy parecidos al hiper hidracidas que se produce en plántulas in vitro. Además, en algunas plantas se observó síntomas de rayado.

Respecto al segundo experimento, las principales variables evaluadas fueron el índice de calidad de Dickson y el peso seco de las plántulas a los 60 días después del trasplante a bolsas. El análisis de varianza reportó diferencias significativas para los factores tipo de planta y, estados fenológicos, así como también para la respectiva interacción tipo de planta x estado fenológico. El mayor peso seco e índice de calidad de Dickson, se presentó en las plántulas procedentes de tejido calloso en el estado fenológico EF3, alcanzando un peso seco de 45.10 g y un índice de

calidad de Dickson de 9.68, siendo por lo tanto las plántulas de mejor calidad y vigor, en comparación a las plántulas adventicias que alcanzaron un menor valor.

- ***Efecto de Varios Sustratos Sobre la Proliferación de Plántulas de Plátano***

***Propagado en Cámara Térmica:***

La investigación es cuestión, fue realizada por Cristhian Eduardo Cobeña Vera y Luis Rodolfo López Santana (2018), quienes desarrollaron un experimento que tuvo lugar en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” de Ecuador.

Para efectos del experimento, se hizo una evaluación de los sustratos cascarilla de arroz, cascara de maní, aserrín de balsa y compost. Y, adicionalmente, se evaluaron mezclas de sustratos a base de cascarilla de arroz + aserrín de balsa, cascarilla de arroz + cascara de maní, cascarilla de arroz + compost, cascarilla de maní + compost y aserrín de balsa + compost.

En la experimentación utilizaron un diseño aleatorio, con nueve tratamientos y cuatro replicas, y un total de 36 unidades experimentales. Todos los datos obtenidos los sometieron a un análisis de varianza, mientras que para la separación de medias se hizo uso de la prueba Tukey al 0.05 de margen de error.

Las variables que fueron evaluadas en este estudio fueron: la tasa de multiplicación y número de plantas por m<sup>2</sup>. Antes de que se hiciera el análisis de datos, los autores eliminaron el

tratamiento a base de cascarilla de arroz, debido a que fue evidente la muerte de brotes y de plántulas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión de que los sustratos a base de aserrín de balsa + compost y cascarilla de arroz + compost arrojaron la mayor tasa de multiplicación con 10.70 y 18.81 plántulas por corno. Del mismo modo, los mencionados sustratos mostraron el mayor número de plántulas obtenidas por m<sup>2</sup>, con 257 y 403 plántulas en los 90 días que duro el experimento.

El uso de compost fue determinante en la mayor tasa de multiplicación de plántulas, independientemente del sustrato con el que se mezcle (Cobeña y López, 2018).

- **Caracterización preliminar en brotación de yemas axilares de plátano Hartón Enano (AAB) con dos tratamientos de luz y corte en condiciones de cámara de crecimiento en la Finca El Pegón, marzo – mayo 2014.**

La presente investigación fue llevada a cabo en el país de Nicaragua, exactamente en la ciudad de León. Allí se encuentra ubicada la finca llamada El Pegón, en donde se estudió las combinaciones de tratamiento de luminosidad y cortes en brotación de yemas auxiliares de plátano Hartón Enano en condiciones de cámara térmica. En este estudio se escogió como variables estudiadas las siguientes: número de brotes (NB), índice de brotación (IB), humedad, temperatura y días a trasplantes (DT).

Se utilizaron dos factores (luminosidad y tipo de cortes) cada factor con dos niveles y cuatro tratamientos; T1: corte espiral en presencia de luz, T2: corte transversal en presencia de luz, T3: corte espiral en ausencia de luz, T4: corte transversal en ausencia de luz, con diseño DBNk. En la cámara con presencia de luz, el CT obtuvo IB de 12 y NB medio 12.33 y el CE IB de 13 y NB medio de 13.33; en cámara con ausencia de luz, el CE presento IB de 8 y NB medio de 7.55 y el CT demostró IB de 9 y NB medio de 8.77. El IB total para cada corte fue de 10. El CE presentó NB medio total de 10.4; mientras que el CT dio NB medio total de 10. Se encontró diferencia significativa en NB en presencia y ausencia de luz dentro del CE (P0.05) (González, 2014, p. 8).

- **Evaluación de la sombra en el crecimiento de plátano en vivero; La Blanca, San Marcos, Guatemala.**

La investigación en cuestión, fue realizada en el municipio La Blanca San Marco del país guatemalteco, su objetivo principal fue comparar siete porcentajes de sombreado en fase de vivero de plátano (*Musa paradisiaca*; Musáceae). Para esto, su autor José Alfaro (2016) recurrió a un diseño de bloques al azar, utilizando siete tratamientos y cuatro repeticiones, (Sarán 30%, 55%, 95%, agribon 20%, agribon 20% + sarán 30%, sombra y sol natural).

Las variables de respuesta que se tuvieron en consideración fueron:

Altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, volumen de raíz, días a siembra definitiva (tiempo térmico), y costo/beneficio. Para verificar si existió diferencia

significativa entre los tratamientos, se realizó un análisis de varianza; debido a que presentaron diferencia significativa, se efectuó prueba de Tukey a cada una de las variables. El tratamiento que presentó mejores resultados en las diferentes variables fue el de sarán 95% así como también el menor tiempo (6 semanas) para desarrollar las características deseadas. En relación a costo/beneficio también se concluyó que el de sarán 95% es el mejor tratamiento (Alfaro, 2016, p. 15).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se dio la recomendación que la para la producción de plántulas de plátanos en fase de vivero, era conveniente utilizar como sombra el sarán 95%, pues con este material es posible la estimulación adecuada la altura de la plántula, diámetro del pseudotallo, el número de hojas verdaderas y el volumen de raíces; ya que se obtienen plántulas con características deseables, a las seis semanas después de la siembra del cormo.

#### **Antecedentes de Uso de Bioestimulantes**

En esta oportunidad, se traerán a colación diversas investigaciones que hicieron uso de bioestimulantes en la producción de plántulas de plátano al igual que en el presente trabajo.

- ***Efecto de Tres Enraízantes Sintéticos en la Producción de Hijuelos de Plátano (Musa Paradisiaca L.) Bajo Condiciones de la Cámara Térmica:***

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Caserío San Juan de Monterey, distrito Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco de Perú, por el autor Luis Ozambela Torres (2017). El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de tres enraízantes en la producción de



hijuelos de plátano variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica a partir del cormo de las plantas madres.

Para este experimento, se utilizaron 400 plantas, de las cuales 100 eran testigos, a 100 se les aplicó el enraizante Root Hor con una dosis de 250 ml/ 200 L de agua, a 100 se les aplicó el enraizante Stimulate con una dosis de 250 ml/ 200 L de agua, y finalmente, a 100 se les aplicó el enraizante Arte raíz con una dosis de 250 ml/ 200 L de agua.

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, diez repeticiones por tratamiento (Cuadro 1). Las características de evaluados se sometieron a la prueba del análisis de variancia (F. tab.= 0.05 y 0.01) y la comparación de medias a la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) (CALZADA, 1982).

Los cormos madre que fueron seleccionados provinieron de plantas altamente productivas de la variedad deseada, de buena sanidad y con racimos de un peso de 35 a 40 kg. Los cormos se obtuvieron del centro poblado Anda – Aucayacu. Los cormos madre tenían un peso de 5.0 a 7.0 kg en promedio para cada tratamiento. Se agarró la cepa de la parte de abajo, se peló para sacar todo lo sucio hasta quedar limpio y blanco.

Después de analizar los resultados obtenidos, se concluyó que los enraizantes si tienen un efecto significativo en la producción de hijuelos en comparación a los hijuelos producidos en cormos sin enraizantes. Así, los cormos con enraizante lograron producir entre cinco y diez hijuelos cada uno, mientras que los cormos sin enraizar solo lograron producir de uno a dos

hijuelos por cormo; también, de los primeros se obtuvo hijuelos con mayor peso, diámetro y altura.

Comparando los tres bioestimulantes utilizados, concluyeron que el enraizante Root Har hizo que los cormos produjeran mayor número de hijuelos con más peso, diámetro y altura que los demás enraizantes, al igual, que hizo posible el alcance de raíces de mayor longitud que los demás.

Finalmente, respecto a la cámara térmica, se determinó que el uso de esta permitió obtener hijuelos saludables, sanos y con vigor, pues hizo posible aislar plagas y enfermedades comunes en estos cultivos. Igualmente, permitió que el tiempo de producción de hijuelos de buen tamaño y peso fuera mucho menor.

- ***Diferentes Dosis Del Ácido Indol Butírico En La Propagación De Plátano Variedad Bellaco (Musa Balbisiana Colla). En Condiciones De Invernadero:***

Esta investigación fue llevada a cabo por Hernán Quispe (2017) en las instalaciones de la Empresa Corín Perú SAC, en el sector de Hacienda Pasaje, distrito de Pacobamba, provincia de Andahuaylas y región Apurímac, entre los meses de diciembre del año 2016 hasta 31 marzo del año 2017.

El principal objetivo de esta, fue determinar los efectos de diferentes dosis del bioestimulante Rooter, formulado a base de Ácido Indol Butírico, en la propagación de plátano de la variedad Bellaco (*Musa balbisiana* Colla), en condiciones de invernadero.

Para la experimentación del presente trabajo se utilizó la siguiente metodología:

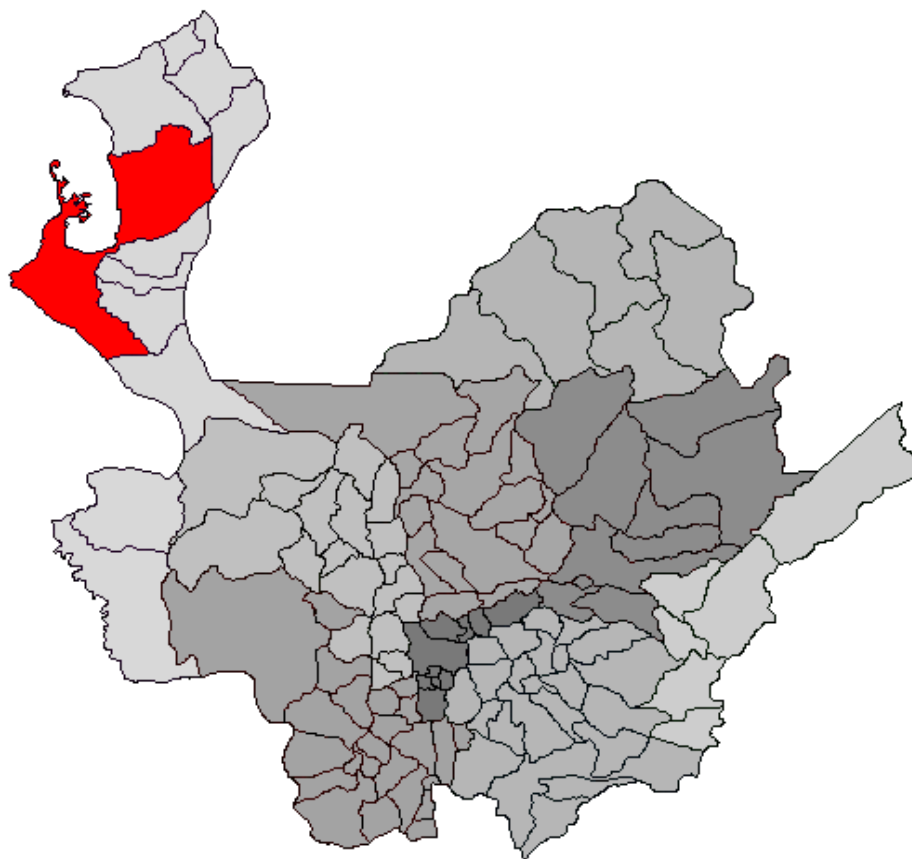
Fueron comparados tres dosis del bioestimulante Rooter y un testigo sin aplicación lo cual dio como resultado 4 tratamientos, estos fueron distribuidos según el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar, utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% y 99%. Para tal fin fue utilizado el método del sombrero. El tratamiento que presentó mayor altura de planta y mayor número de hojas fue la dosis de 3.75 ml/l de Rooter, con una longitud promedio de 29.48 cm y tres hojas por planta (Quispe, 2017, p. 4).

Después de la realización del trabajo de campo, se llegó a la conclusión de que el uso del Rooter no afectó significativamente el sistema radicular. Y, de las tres dosis utilizadas, la que mostro la mejor rentabilidad económica fue la dosis de 3.75 ml de Rooter/ l de agua con un índice del 122.06%. Se estimaron el efecto del bioestimulante Rooter formulado a base de Ácido Indol Butírico, aplicado al cormo sobre la altura de planta y el número de hojas de los plantones de plátano variedad Bellaco propagados a nivel de invernadero (Quispe, 2017).

## Metodología.

### Localización.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el distrito de Turbo, perteneciente al departamento de Antioquia. En este municipio, se encuentra ubicado un lote de prácticas perteneciente a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, al interior del barrio la Lucila, el cual se encuentra a una altura de 2 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 28°C.



**Figura 2. Ubicación del municipio de Turbo en Antioquia.**

## **Materiales y Equipos**

Para la realización de la presente experimentación se hizo uso de los siguientes materiales y equipos:

- ***Material vegetativo***

Para efectos de la investigación se hizo uso de un total de 110 cormos, que contaban con un peso promedio de 20 kilos y un diámetro promedio de 40 centímetros. Estos cormos, fueron extraídos de dos fincas que cuentan con la certificación del ICA: La Bendición y Las Palmas. Respecto a la preparación del sustrato, se empleó cuatro partes de arena y una parte de materia orgánica.

- ***Construcción de la cámara térmica:*** Para la construcción de la cámara térmica se utilizaron materiales como caña guadua y madera que se obtuvo de un aserrío del distrito de Turbo. La cámara térmica construida cuenta con 20,20 metros de longitud, 3 metros de ancho y 6,30 metros de alto. La cámara fue cubierta con un plástico térmico de 0.8 mm de espesor, con aditivos anti rayos UV.

- ***Producto Evaluado***

Bioestimulante AQUACLEAN ACF-32.

- *Equipos*

Los equipos utilizados en la experimentación son los descritos a continuación:

*Gramera Digital Balanza Cocina:* Este instrumento fue utilizado para medir de forma precisa la masa de las raíces. Contaba con las siguientes especificaciones: Marca maxi house; Capacidad 7Kg x 1g; gramos / onzas; Display LCD; Batería AA; Material Plástico.

*Bomba de espalda Royal Cóndor Clásica:* Esta bomba fue utilizada para realizar la aplicación en drench de los tratamientos dispuestos para la evaluación. Cuenta con las siguientes características: Capacidad del Tanque 20 L- 5.28 gl; Presión Hidráulica; Piston y Cámara Externos; Presión de Trabajo: 40 psi; Peso Neto: 6 kg / 12 lb; Dimensiones Alto 52.5 cm Ancho 21.5 cm Longitud 42.5 cm

*Flexómetro Global Plus Stanley 5 Metros:* Este elemento fue utilizado para realizar diferentes mediciones durante el proceso. Inicialmente, se midió el diámetro de los cormos que iban a ser sembrados; y posteriormente, se dio paso a la medición de la longitud total de la planta, del tallo y de la raíz, y del ancho y longitud de las hojas. Este equipo contaba con las siguientes características: Cinta métrica con botón de tranca; Gancho Cero Absoluto permite mayor precisión; Ancho-Hoja: 19 mm (3/4") y Longitud-Hoja: 5 m (16').

*Jeringa Desechables Estériles 10 ml:* Para medir las diferentes dosis a aplicar en los diferentes tratamientos. Estas jeringas contaban con las siguientes características: Marca Medispo y Aguja DE 21 G X 1 ½.

*Bascula 100 kl INBADIAL:* Para determinar el peso de los cormos los cuales se van a utilizar en los tratamientos.

*Pie de rey o Calibrador:* Para la medición de la longitud y diámetro de las plántulas, contaba con las siguientes especificaciones: Marca Stanley; Modelo 78-201; Tipo de calibre Mecánico; Rango de medición mínimo 0 mm y Rango de medición máximo 150 mm.

*Baldr Digital Termo-higrómetro:* El cual mide la temperatura y humedad relativa dentro de la cabina de multiplicación. El Termo-higrómetro presentaba las siguientes características: Peso neto 75 g; Color Blanco; Visualización de la temperatura en grados Celsius o Fahrenheit; Rango de temperatura: -10 °C ~ 50 °C (14 °F ~ C.); Rango de humedad relativa: 20% RH ~ 95% RH; Temperatura y humedad registros Max/Min en un plazo de 24 horas; Mesa de pie, para colgar en la pared o la fijación magnética; alimentado por 1 x pila AAA (no incluidas); Peso neto: 75 g

## **Tratamientos**

Para el presente análisis se puso en consideración el bioestimulante AQUIACLEAN ACF-32, con el cual se hizo la preparación de diferentes dosis, tal como se describe a continuación:

**Tratamiento 1:** AQUACLEAN ACF-32, aplicado en drench en solución 0.5 cc/l de agua en bomba de espalda de 20 litros, el tratamiento constó de 3 repeticiones, y 10 cormos de plátano por repetición.

**Tratamiento 2:** AQUACLEAN ACF-32, aplicado en drench en solución 1 cc/l de agua en bomba de espalda de 20 litros, el tratamiento constó de 3 repeticiones, y 10 cormos de plátano por repetición.

**Tratamiento 3:** AQUACLEAN ACF-32, aplicado en drench en solución 1.5 cc/l de agua en bomba de espalda de 20 litros, el tratamiento constó de 3 repeticiones, y 10 cormos de plátano por repetición.

**Tratamiento 4:** Testigo interno (en la cámara) 2 repeticiones compuestas cada repetición por 10 cormos de plátano, se le aplico agua en drench.

**Tratamiento 5:** Testigo externo (ambiente natural) 2 repeticiones compuesta cada repetición por 10 cormos de plátano, se le aplico agua en drench

A cada cormo se le agrego un porcentaje de la mezcla de bioestimulante

Aquaclean ACF-32 más agua de 182cc ya que fueron 110 cormos x 20 litros de la mezcla.



Tabla 2. Descripción de *Tratamientos en Estudio*

Tratamientos			Dosis	Número de
Clave	Nombre de Tratamiento		(cc/L de agua)	Plantas Evaluadas
T1	Bioestimulante	AQUACLEAN	0.5	30
	ACF-32			
T2	Bioestimulante	AQUACLEAN	1	30
	ACF-32			
T3	Bioestimulante	AQUACLEAN	1.5	30
	ACF-32			
T4	Testigo 1 y 2 (Interior)		Sin dosis	20
T5	Testigo 1 y 2 (Exterior)		Sin dosis	20

Fuente: Elaboración propia.

### Ejecución del Experimento

El procedimiento que se llevó a cabo en dos fases, de la siguiente forma:

#### Fase 1

- **Colocación del Sustrato:** Para colocar el sustrato, se dispuso un plástico de color negro en el suelo. Este sustrato está compuesto por cuatro partes de arena y una parte de materia orgánica para facilitar el crecimiento de yemas.

- ***Selección y Desinfección de Cormos:*** Se emplearon cormos (cabeza de toros), el cual se le hizo la desinfección de la semilla con el bactericida orgánico natural (Biocitrus EC), aplicando 100cc x 20 litros de agua, en una bomba de fumigación de espalda. Posteriormente se pesó y tomó el diámetro a las semillas a utilizar en los tratamientos.
- ***Siembra de Cormos:*** Los cormos fueron sembrados en grupos de 10, en total fueron 13 grupos. Estos grupos fueron distribuidos al azar para la aplicación de cada tratamiento.
- ***Preparación de Dosis de Bioestimulante:*** Se preparó el tratamiento con el producto AQUACLEAN ACF-32, dicho tratamiento está compuesto por tres bloques: el primero de 10cm de producto x 20 L de agua; el segundo de 20 cm x 20 L de agua y el tercero de 30 cm x 20 L de agua, además se tomaron dos testigos sin producto.
- ***Sorteo de Camas:*** Las camas en la cámara térmica fueron asignadas de manera que la separación entre ellas no permitiera la aplicación de un tratamiento en otro, la separación fue aproximada de 2 metros entre camas.
- ***Recolección de Datos:*** La toma de datos dentro de la cabina del Termohigrómetro, se realizó tres veces al día, en la mañana alas (6 am), a medio día a las (12 pm) y en la tarde a las (6 pm), durante todos los días que los cormos permanecieron al interior de la cámara térmica, la toma de datos de cantidad de rebrotes por cormos se realizó cada 8 días, hasta que se hizo la extracción para la segunda fase en vivero.

## Fase 2

• **Siembra de Rebrotos:** Para este paso se usaron bolsas de polietileno con medidas de 17 x23 cm perforadas para evacuar la humedad de las plantas. En cada una de estas bolsas se hizo la respectiva siembra de los rebrotos de los cormos, para esta fase se hizo uso de un total de 110 unidades.

• **Recolección de Datos:** Después de pasadas 8 semanas de permanecer los rebrotos en el vivero, y las plantas ya hayan emergido a la superficie y hayan desarrollado crecimiento de raíz, se realizó la toma de los datos requeridos para la evaluación.

## Variables

En la fase uno del experimento se evaluó, el número de rebrotos que tiene cada cormo que se encuentra dentro de la cámara térmica, según el tratamiento que se le fue aplicado. Este seguimiento fue por un periodo de seis semanas.

En la fase dos del experimento, pasadas 8 y 10 semanas después de la siembra de los rebrotos en las bolsas, se sacarán y harán los estudios y mediciones respectivas según criterios específicos, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. *Parámetros Medidos*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Longitud total de la planta	cm
Longitud total del tallo	cm
Diámetro de la planta	mm
Número de hojas	#
Área foliar de la planta	m <sup>2</sup>
Longitud de Raíz más larga por planta	cm
Peso de raíces húmedas	gr

Fuente: Elaboración propia.

### **Diseño del Experimento**

El diseño experimental aplicado fue un diseño completamente al azar con la siguiente composición.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

i = t1, t2, t3, t4, t5 (tratamientos)

j=número de repeticiones

Variables:

- Número de rebrotes (dentro de la cámara)
- Largo de la planta (en almacigo)
- Número de hojas (en almacigo)
- Diámetro (en almacigo)
- Peso de la raíz (en almacigo)
- Largo de la raíz (en almacigo)
- Largo del tallo (en almacigo)

**Figura 3. Organización del experimento en cámara.**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13
20ml/20L R2	Testigo Interno R2	10ml/20L R3	10ml/20L R2	30ml/20L R2	20ml/20L R1	Testigo Interno R1	10ml/20L R1	30ml/20L R3	20ml/20L R3	30ml/20L R1	Testigo Externo R1	Testigo Externo R2

Fuente: el autor 2019

**Tratamiento de los datos.** Para los datos de número promedio de rebrotes utilizando el producto Aquaclean ACF-32, fue realizada la prueba de Shapiro-Wilks que informa que los datos de la muestra no siguen una distribución normal, pero los datos presentan una

homogeneidad de varianza con un nivel de significancia de 0.01, conforme el Bartlett test. Por cumplir este requisito fue aplicada la prueba de Kruskal-Wallis, para datos no normales.

Para los datos del número de hojas utilizando el producto Aquaclean ACF-32, fue realizada la prueba de Shapiro-Wilks que informa que el dato de la muestra no sigue una distribución normal, pero los datos presentan una homogeneidad de varianza con un nivel de significancia de 0.05, conforme el Bartlett test. Por cumplir este requisito fue aplicada la prueba de Kruskal-Wallis, para datos no normales.

Para los datos de diámetro de la planta, fue realizada la prueba de Shapiro-Wilks que informa que los datos de la muestra no siguen una distribución normal, pero los datos presentan una homogeneidad de varianza con un nivel de significancia de 0.05, conforme el Bartlett test. Por cumplir este requisito fue aplicada la prueba de Kruskal-Wallis, para datos no normales.

Para los datos del largo de la raíz, fue realizada la prueba de Shapiro-Wilks que informa que los datos de la muestra siguen una distribución normal y los datos presentan una homogeneidad de varianza, conforme el Bartlett test, por lo tanto, posibilitando la utilización del análisis de varianza.

Para los datos del largo del tallo utilizando el producto Aquaclean ACF 32, fue realizada la prueba de Shapiro-Wilks que informa que los datos de la muestra siguen una distribución normal y los datos presentan una homogeneidad de varianza.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico R versión 4.0.2.

## Resultados y Discusión

### 7.1. Comportamiento de parámetros ambientales

Para efectos de la aplicación del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32<sup>®</sup> en la presente investigación, se tuvieron en consideración parámetros ambientales, específicamente, lo referente a la temperatura y a la humedad relativa en diversos momentos del día: mañana, medio día y tarde. A continuación, se van a relacionar los promedios de los grados y porcentajes respectivamente, arrojados tras las mediciones realizadas.

Respecto a la temperatura registrada durante el desarrollo del experimento, se obtuvo en las horas de mañana una temperatura de 27,2°C, para el medio día se alcanzó una temperatura de 42,9°C y en las horas de la tarde se presentó una temperatura de 31,08°C. Estos resultados representan los promedios de todas las mediciones que se hicieron en el proyecto.

En cuanto a la humedad relativa, se obtuvieron los siguientes porcentajes: para las horas de la mañana se presentó un 99%, para las horas de la tarde un 56,6% y finalmente, para las horas de la tarde, se obtuvo un porcentaje del 76,2%. De igual forma que en la temperatura, estos datos representan un promedio de todos los porcentajes de humedad que se registraron durante el proceso de experimentación. Realizar un análisis comparativo entre el comportamiento de las variables climáticas medidas dentro de la cámara, frente a las mismas variables fuera de este.

A continuación, se presentan los resultados y discusión de las diferentes características morfológicas de plántulas Dominico-Harton evaluadas en la fase de almacigo del experimento, en la Tabla 4 se aprecian los resultados del análisis de varianza en el que se evidencia que ninguna de las variables evaluadas, presenta diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla No.4. Resultados del análisis de varianza de las características morfológicas de las plántulas de plátano Dominco-Harton evaluadas en cámara de germinación en Turbo - Urabá.**

	Número de Rebrotos	Largo de la planta	Peso de la Raiz	Largo de la raiz	Largo del tallo
<b>F Tratamientos</b>	0.985	0.224	0.203	0.397	0.267
<b>CV</b>	-	20,815	63,054	32,044	21,885

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

#### Pruebas aplicadas

Pruebas	Número de Rebrotos	Largo de la planta	Número de hojas	Diámetro	Peso de la Raiz	Largo de la Raiz	Largo del tallo
<b>Shapiro-Wilk</b>	1,29E-03	0.6597	0.00186 5	0.00100 7	1,35E-03	0.4 128	0.8 357
<b>Bartlett test</b>	0.03529	0.1521	0.5456	0.09539	0.0709 1	0.9 267	0.2 38
<b>Kruskal-Wallis</b>	0.8591	-	0.1412	0.7856	-	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

#### Comportamiento del número de rebrotos por cormo de Plátano-Harton en cámara de germinación.

Con relación al número de rebrotos por cormo, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de rebrotos de 8.20 rebrotos por cormo, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio de rebrotos de 8.85 rebrotos por cormo, para el



tratamiento de 1.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de rebrotes de 8.35 rebrotes por cormo y para para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 9.50 rebrotes por cormo.

Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados, Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no generó una diferencia importante para la la variable número de rebrotes por cormo al ser evaluado bajo las condiciones del experimento, ya que al no usar el producto se obtienen resultados similares e incluso un poco mejor. Diferente a esto, se encuentra que Ozambela (2017), en un experimento similiar utilizando tres Bioestimulantes (Root Hor, Stimulate y Arte Raíz) obtuvo que el enraizante Root Hor (T1) significativamente obtuvo mayor número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) y el mayor número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 (dds) en comparación a los demás tratamientos. Este producto fue aplicado en una dosis de 250ml/200L a un total de 100 plantas, alcanzando promedios entre los 12 y 17 rebrotes entre los tratamientos evaluados.

Estos resultados pueden mostrar que la dosis en la que se aplicó el bio estimulante puede estar presentando un efecto que determina dicha diferencia ya que en el trabajo mencionado la dosificación es 10 veces mayor.

### **Comportamiento de la altura de las Plántulas.**

Con relación a la altura de las plántulas, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 36.10 cm de altura por planta, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 38.60 cm de altura por planta, para el tratamiento de 1.5 cc/L de agua un

promedio de 36.70 cm altura por planta, y para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio en centímetros de 36.80 de altura por planta.

Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados, como se aprecia en el anexo No.2. Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no generó una diferencia importante en crecimiento de plántulas de plátano en la fase de almacigo a los 90 días de crecimiento de las plantas, pese a que presentaron muy buenas condiciones agronómicas para la siembra.

Por su parte, en el experimento de Ozambela (2017), utilizando tres Bioestimulantes (Root Hor, Stimulate y Arte Raíz) obtuvo resultados a 120 días crecimiento entre 57 cm para el tratamiento testigo hasta 79 para el tratamiento con el producto denominado Root Hor el cual presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Una proyección del tiempo en almacigo indica que el estudio realizado estaría cercano al crecimiento alcanzado por el testigo en los 120 días, sin embargo, también se aprecia que las dosis de aplicación de bioestimulante son mucho mayores para la investigación referenciada.

### **Comportamiento del Número de Hojas por plántula de Plátano-Hartón evaluadas en el almacigo**

Con relación al número de hojas por planta, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L número de hojas de agua se obtuvo un promedio de 2.30 hojas por planta, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 2.20 hojas por planta, para el tratamiento de 1.5 cc/L

de agua se obtuvo un promedio de 2.50 hojas por planta, y para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 1.90 hojas por planta.

Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados. Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no genera una diferencia en emisión foliar de plantula de plátano en la fase de almacigo bajo las condiciones del experimento. En cuanto a esto, se tiene en cuenta que Quispe (2017), en un experimento similar utilizando el bioestimulante Rooter, al igual que la presente experimentación, no obtuvo diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento. El promedio general logrado a tercera evaluación fue de 2.86 hojas por planta. Esto nos está indicando que esta variable no se encuentra suficientemente estimulada por los productos evaluados los cuales no alcanzan posiblemente por la dosis o por la composición química a producir una diferencia en cuanto al número de hojas emitidas.

### **Comportamiento del Diámetro de las Plántulas de Plátano-Hartón evaluadas en el almacigo**

Con relación al diámetro por planta, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L número de hojas de agua se obtuvo un promedio de 29.20 mm de diámetro por planta, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio entre 28 mm de diámetro por planta, para el tratamiento de 1.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 25.90 mm de diámetro por planta, y para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 33.60 mm de diámetro por planta.

Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados, como se aprecia en el anexo No.4. En cuanto a esto, se tiene en cuenta que Ozambela (2017), en un experimento similar utilizando tres Bioestimulantes (Root Hor, Stimulate y Arte Raíz) obtuvo que el tratamiento T1 (Root Hor) estadísticamente alcanzó plantas con mayor diámetro a los 120 días encontrando hasta 7.1 cm de diámetro, sin embargo la proyección de crecimiento tanto para este como los otros tratamientos no indica que haya una diferencia superior entre los dos estudios teniendo en cuenta que el presente realizó la evaluación a los 90 días. Al respecto no se aprecia que los tratamientos y productos evaluados influyan de manera considerable en la variable diámetro de la planta la cual posiblemente se encuentra relacionada a aspectos relacionados con la característica física del suelo y al ser este un elemento bastante homogéneo no se aprecia dicha diferencia.

**Comportamiento del Peso de la Raíz de las plántulas de Plátano-Hartón, según los tratamientos.**

Con relación al peso de la raíz por planta, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 22.50 gr de peso raíz por planta, para el tratamiento de 1 cc/L de agua, se obtuvo un promedio de 27.50 gr de peso raíz por planta, para el tratamiento de 1.5 cc/L de agua, se obtuvo un promedio de 19.50 gr de peso raíz por planta, y para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 16.70 gr de peso raíz por planta. Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados.

Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no genera una diferencia en la variable peso de la raíz de plantulas de plátano-Harton en la fase de almacigo a los 90 días, observandose que en el trabajo de Ozambela (2017), en un experimento similar utilizando tres Bioestimulantes (Root Hor, Stimulate y Arte Raíz) obtuvo que sí existe diferencias significativas entre los tratamientos a 120 días.

### **Comportamiento del Longitud de la Raíz de las plántulas plátano-Hartón evaluadas**

Con relación al longitud de la raíz por planta, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L número de hojas de agua se obtuvo un promedio de 13,50 cm de longitud de la raíz, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 35.60 cm de longitud de raíz, para el tratamiento de 1.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 34,50 cm de longitud de peso raíz, y para para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 27,0 cm de longitud de la raíz Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos aplicados.

Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no genera una diferencia importante en el crecimiento de de las raices de plantulas de plátano en la fase de almacigo. Al respecto el experimento de Ozambela (2017), utilizando tres Bioestimulantes (Root Hor, Stimulate y Arte Raíz) obtuvo que sí existe diferencias significativas entre los tratamientos alcanzando crecimientos entre 13 y 17 cm a los 120 días de la evaluación, situación en la que el presente estudio a los 90 días presenta mejores resultados que el referenciado.

Pese a que en el actual estudio no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, al parecer las condiciones ambientales, de sustrato, bolsa pueden estar produciendo condiciones para un buen desarrollo del sistema radicular el cual es muy importante para la producción de una planta que se espera tener buen anclaje en el terreno.

### **Comportamiento de la Longitud de Tallo de las plántulas evaluadas**

Con relación al longitud del tallo por planta, se encontró que en el tratamiento de 0.5 cc/L número de hojas de agua se obtuvo un promedio de 29,50 cm de longitud tallo por planta, para el tratamiento de 1 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 30.90 cm de longitud de tallo por planta, para el tratamiento de 1.5 cc/L de agua se obtuvo un promedio de 29,50 cm de longitud del tallo por planta, y para para el tratamiento testigo se obtuvo un promedio de 29,20 cm de longitud del tallo por planta. Al realizar un análisis de varianza, se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluadas.

Los resultados obtenidos, muestran que el producto evaluado no genera una diferencia en el crecimiento de plantulas de plátano en la fase de almacigo, sin embargo las condiciones de la planta obtenidas en el periodo de evaluación son adecuados para el establecimiento en el cultivo.

### **Aporte a la estructuración de un plan de producción de semillas de plátano en cámara termica.**

Los resultados encontrados, no permiten la estructuración de un plan definitivo para la estandarización de procesos en busca de alcanzar mayores rendimientos en la obtención de

rebrotos en cámara o mayores condiciones agronómicas en la fase de almácigo, sin embargo es importante mencionar que entre los principales aportes que se pueden extraer para dicha contribución se encuentran en las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

Cabe mencionar que las altas temperaturas y alta humedad relativa durante la etapa de germinación de las semillas durante las 6 semanas en la cámara térmica pudo ser un factor que influyó al no tener resultados estadísticamente significativo en la aplicación del bioestimulante Aquaclean ACF-32

### **Conclusiones.**

- La aplicación del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32<sup>®</sup> en las tres dosis evaluadas no presentaron diferencias significativas en el aumento de los rebrotes de las yemas de los cormos del plátano-Hartón en condiciones de cámara de germinación en las condiciones ambientales del municipio de Turbo – Urabá, posiblemente debido a aspectos relacionados con la dosificación aplicada la cual se encuentra baja con respecto a otros estudios de referencia.

- El crecimiento de las plántulas del plátano-Hartón en almacigo, tratadas con la aplicación del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32<sup>®</sup> en las tres dosis diferentes no presentaron diferencias significativas, con respecto a los testigos en las condiciones ambientales del municipio de Turbo – Urabá, sin embargo las características obtenidas no estuvieron por debajo de las obtenidas en estudios de referencias los cuales se condujeron a un periodo mayor de evaluación, concluyendo que las condiciones ambientales del sitio son adecuadas para el normal desarrollo.

- La significancia obtenida en las evaluaciones no permite obtener información determinante para la construcción de una propuesta de paquete productiva con el insumo evaluado, sin embargo, permite una línea base orientada a su evaluación en otras concentraciones para determinar si es apropiada su inclusión.



### **Recomendaciones.**

Partiendo de las anteriores conclusiones, se pueden plantear las siguientes recomendaciones al respecto:

Se recomienda la evaluación del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32 en otras dosis superiores para obtener mayor información orientada a la recomendación o no del producto para la multiplicación de semillas de plátano bajo las condiciones de evaluación propuestas.

A partir de las próximas evaluaciones, se recomienda la sistematización de los resultados para la construcción de un paquete tecnológico orientado a la multiplicación de semillas en el sistema.

Realizar evaluaciones de otros productos que permitan desde la académica la estructuración de alternativas para pequeños y medianos productores interesados en la ampliación de los cultivos con este tipo de metodologías de multiplicación.

### **Bibliografía.**

- Aqua BioLand. (2019). *Ficha técnica ACF-32*. Obtenido de <http://aquabioland.es:https://bit.ly/2Q96axA>
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., & Pilkauskas, P. (2004). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de [fao.org: http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s00.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s00.htm)
- Augura. (2019). Coyuntura Bananera 2018. Recuperado de: <http://www.augura.com.co/wp-content/uploads/2019/04/COYUNTURA-BANANERA-2018.pdf>
- Belalcázar, S. (1991). Manual de asistencia técnica N°50. El cultivo del plátano en el trópico. La planta y el fruto. Cali. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de <https://bit.ly/2JQu1SY>  
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>
- Canchignia F; Ramos L. 2004. Micropropagación de plátano variedad Barragante. Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Cedeño, G. (2015). Biorreguladores para la propagación intensiva del banano Williams (Musa AAA Simmonds) en cámara térmica. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.  
Recuperado de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/931/T007264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cisneros, A. (2018). Reguladores de crecimiento ¿Qué son los bioestimulantes? Recuperado de: <https://elblogdefagro.com.mx/2018/08/17/que-son-los-bioestimulantes/>

Cobeñas, C. y López, L. (2018). Efecto de varios sustratos sobre la proliferación de plántulas de plátano propagado en cámara térmica. Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Recuperado de: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/875/1/TTA8.pdf>

Díaz, B; Héctor, E; Torres, A; Cabañas, M; Garcés, N; Izquierdo, H; Núñez, M; Iglesias, R. 2004. Empleo de productos bioactivos cubanos como sustitutos de los reguladores del crecimiento en la propagación del plátano (AAB) en fase de establecimiento in vitro. *Alimentaria* 51: 103-107.

FAO. (2004). La economía mundial del banano 1985-2002. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>

Gasca Díaz, A. L., Patiño, J. A., & Ramiro Tamayo, Ó. M. (1998). *Guía para la producción de plátano de exportación*. Medellín: Uniban. Recuperado el 26 de Marzo de 2019

González, D. (2014). Caracterización preliminar en brotación de yemas axilares de plátano Hartón Enano (AAB) con dos tratamientos de luz y corte en condiciones de cámara de crecimiento en la Finca El Pegón, marzo – mayo 2014. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León. Recuperado de: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3449/1/227162.pdf>

Herrera Herrera, N., & Sánchez Torres, J. (2015). *Cochinillas harinosas de la raíz en el cultivo del plátano: principios y estrategias de manejo en la subregión de Urabá*. Medellín: Cenibanano. Recuperado el 20 de Marzo de 2019

Martínez, G. A. (2009). *500 preguntas sobre el plátano*. Recuperado el 2019 de Marzo de 20, de <https://repository.agrosavia.co>: <https://bit.ly/2upAeLg>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cadena de Plátano 2019*. Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Morales, H. (2010). La inflorescencia o racimo del plátano. Recuperado de: <http://www.platanodelquindio.com/2010/09/la-inflorescencia-o-racimo.html>

Ozambela, L. (2017). Efecto de tres enraizantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátano (musa paradisiaca l.) bajo condiciones de la cámara térmica. Perú: Universidad Nacional

Agraria de la Selva Facultad de Agronomía. Recuperado de:  
[http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1238/OTL\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1238/OTL_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Porras, K. (2019). Este es el panorama del cultivo de plátano en Colombia. Recuperado de:  
<https://www.elcampesino.co/este-es-el-panorama-del-cultivo-de-platano-en-colombia/>

Quispe, H. (2017). Diferentes dosis del ácido Indol butírico en la propagación de plátano variedad bellaco (Musa Balbisiana Colla). en condiciones de invernadero, Pacobamba – Apurímac – 2017. Perú: Universidad Tecnológica De Los Andes. Recuperado de:  
<http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/89/Tesis-Diferentes%20dosis%20del%20%C3%A1cido%20indol%20but%20%C3%ADrico%20en%20la%20progacion%20de%20pl%C3%A1tano%20variedad%20bellaco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rengifo, L. y Gómez, D. (2017). Diseño de cámara térmica automatizada para la producción de colino de plátano. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/9220>

Restrepo, J. (2017). Urabá es banano y mucho más. Recuperado de:  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/uraba-es-banano-y-mucho-mas-2622899>

Robinson, J. C., & Galán Saúco, V. (2011). *Plátanos y bananas*. Madrid: Mundi-Prensa.

Recuperado el 21 de Marzo de 2019

Solís, A. (2007). El cultivo de plátano (genero musa) en México. Universidad autónoma Agraria

Antonio Narro. Recuperado de:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4956/T16494%20%20%20SOLIS%20ROSALES,%20%20ADALBERTO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2006). Cadena productiva del plátano diagnóstico de

libre competencia. Recuperado de:

[http://www.sic.gov.co/recursos\\_user/documentos/promocion\\_competencia/Estudios Economicos/Estudio%20economico%20Plantano%20++.pdf](http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudio%20economico%20Plantano%20++.pdf)

Zuluaga A., L. E., Castillo O., L., Valencia H., M. V., Urrea J., C. F., Celis G., L. D., Cardona C.,

J. E., . . . Toro R., M. (2005). *El cultivo de plátano. Manual técnico*. Manizales: Corpoica.

Recuperado el 21 de Marzo de 2019

### Anexos.

#### Anexo 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA GERMINACIÓN EN CAMARA TERMICA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	149,723077	12	12,4769231	1,0621362	0,3983439	1,83581343
Dentro de los grupos	1374,4	117	11,7470085			
Total	1524,12308	129				

#### ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE LA PLANTA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad d</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	343,12727			0,6387544		
Entre grupos	3	10	34,3127273	4	0,77262918	2,053901
Dentro de los grupos	2363,6	44	53,7181818			
Total	2706,7272	7				

#### ANEXO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE HOJAS

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad d</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	10,945454			1,6722222		
Entre grupos	5	10	1,09454545	2	0,11813396	2,053901

Dentro de los grupos	28,8	44	0,65454545
	39,745454		
Total	5	54	

---

ANEXO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE LA PLANTA

---

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	752,54545			1,367134		
Entre grupos	5	10	75,2545455	6	0,22702176	2,053901
Dentro de los grupos	2422	44	55,0454545			
	3174,5454					
Total	5	54				

---



---

ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO DE RAIZ

---

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				1,730943		
Entre grupos	2668,8	10	266,88	4	0,10372909	2,053901
Dentro de los grupos	6784	44	154,181818			
Total	9452,8	54				

---



## ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD RAIZ

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	966,14545			1,2454705		
Entre grupos	5	10	96,6145455	3	0,29028034	2,053901
Dentro de los grupos	3413,2	44	77,5727273			
	4379,3454					
Total	5	54				

## ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD TALLO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	334,14545			0,8405213		
Entre grupos	5	10	33,4145455	8	0,5930938	2,053901
Dentro de los grupos	1749,2	44	39,7545455			
	2083,3454					
Total	5	54				

**Registro fotográfico del experimento.**

Cámara térmica interior



Cámara térmica exterior



semillas de platano con la aplicación tratamiento producto aquaclean ACF 32



**Anexo B. Segunda Fase****Medición longitud de raíces**



Muestreo de pesos de raíces en gramos



medición longitud de la hoja

