

**Evaluación de bio-estimulantes en la propagación intensiva de semilla plátano Dominico
Hartón en almácigo bajo cubierta plástica**

Jaime Andrés Ospina Flores

Jefferson Rubiano Moncada

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente

Centro comunitario de atención virtual Dosquebradas

Dosquebradas Risaralda

2019

**Evaluación de bio-estimulantes en la propagación intensiva de semilla plátano Dominico
Hartón en almácigo bajo cubierta plástica**

Jaime Andrés Ospina Flores

Jefferson Rubiano Moncada

Proyecto presentado para optar al título de Agrónomo

Asesor

Manuel Francisco Polanco Puerta

I.A. MSc. PhD.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Centro Comunitario de Atención Virtual Dosquebradas

Dosquebradas Risaralda

2019

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Dosquebradas, junio 4 de 2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a DIOS, quien me guía e ilumina en todo momento de mi vida, y me da la sabiduría para poder entender el mundo

A mi padre que está en el cielo feliz de verme triunfar y orgulloso porque sus enseñanzas, consejos y sacrificios no fueron en vano y hoy se están cristalizando como cuando al águila llega al pico más alto

A mi madre que ha sido siempre mi soporte y la mayor alegría desde el primer momento de mi vida cuando abrí los ojos por primera vez y vi su rostro

A mi gran compañera y esposa Claudia, quien me ha llenado de amor y felicidad, y a quien le ha sobrado la comprensión para aguantar tantas noches de traspasado para poder alcanzar esta meta

A mis hijos Nicole y Jean Paul que son la luz que ilumina mi vida y le dan sentido

Jefferson Rubiano Moncada

Este proyecto lo dedico a mi padre y madrina quienes me han impulsado alcanzar los objetivos propuestos, a no desfallecer a pesar de las adversidades que se presentan en el día a día y seguir en un continuo crecimiento tanto profesional como personal

A mi abuelo quien siempre me inculco los mejores valores y el gusto hacia el estudio y el conocimiento como un bien preciado que nadie puede quitar

Al profesorado que con sus valiosas enseñanzas y conocimientos ayudo en este proceso de formación esencial para enfrentar los demás retos que vendrán a lo largo del camino profesional.

Jaime Andrés Ospina Flores

Agradecimientos

A nuestras familias por el apoyo incondicional en los momentos de duda, desesperación y felicidad.

Al ingeniero agrónomo Manuel Francisco Polanco asesor de este trabajo, por su gran carisma para enseñar y ayudarnos a entender lo hermoso que es el campo.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de prepararnos profesionalmente.

Al ingeniero agrónomo Jaime Montoya Gallego propietario del vivero el gran Erasmo, por permitirnos llevar a cabo esta investigación en su empresa

A todas aquellas personas que de forma directa o indirecta hicieron parte de este proceso.

Contenido

1.	Introducción	13
2.	Planteamiento del problema	15
2.1.	Hipótesis de Investigación.....	16
3.	Justificación.....	17
4.	Objetivos	19
4.1.	General.....	19
4.2.	Específicos.....	19
5.	Marco conceptual y teórico	20
5.1.	Origen	20
5.2.	Taxonomía y clasificación botánica	20
5.3.	Descripción morfológica de la planta de plátano	21
5.4.	Morfología	22
5.5.	Sistema radicular	22
5.6.	Cormo o rizoma	22
5.7.	Sistema foliar	23
5.8.	Condiciones agroecológicas	24
5.9.	Temperatura.....	24
6.	Materiales y métodos	47
6.1.	Localización.....	47
6.2.	Material vegetal	47

6.3. Equipos y herramientas	48
6.4. Productos a evaluados	49
6.5. Tratamientos evaluados	49
6.6. Procedimiento de preparación de los sustratos.....	50
6.7. Diseño experimental.....	52
6.8. Variables de respuesta	53
6.9. Análisis de la información.....	54
7. Resultados y discusión	55
7.1. Análisis de correlación	61
7.2. Análisis de regresión	62
8. Conclusiones	65
9. Recomendaciones.....	66
10. Bibliografía.....	67
11. Referencias Web	70

Lista de Tablas

Tabla 1. Croquis del ensayo experimental con sus respectivos tratamientos y repeticiones	52
Tabla 2. Resultados de las variables evaluadas, altura, diámetro, # de hojas y área foliar, # de raíces, Longitud y peso	56
Tabla 3 Análisis estadístico prueba Tukey de los datos promedios de las variables de evaluación de las plántulas de plátano Dominico – Hartón tratados con bioestimulantes (altura, diámetro, # de hojas, área foliar, # de raíces, Longitud y peso).....	58
Tabla 4 Matriz correlaciones de Pearson entre variables evaluadas en plántulas de plátano Dominico Hartón según tratamiento con bioestimulantes.....	61
Tabla 5 Análisis de regresión de las variables evaluadas con los bioestimulantes en el Clon Dominico-Harton	62

Lista de Figuras

Figura 1 Imagen fotográfica del material vegetal del clon Dominico –Hartón obtenido en la cámara térmica	48
Figura 2 Imagen fotográfica de la preparación de los productos evaluados en los tratamientos..	50
Figura 3 Imagen fotográfica mostrando la Aplicación de tratamientos.....	52
Figura 4 Imagen fotográfica mostrando la medición de las variables de respuesta.....	53
Figura 5 Imagen fotográfica de la formación del sistema radicular con los diferentes tratamientos.....	61

Resumen

Esta investigación se realizó en el municipio de Caicedonia (Valle del Cauca) en el vivero El Gran Erasmo, en plántulas endurecidas bajo cubierta plástica con el objeto de evaluar la eficacia de cuatro bioestimulantes en la brotación y vigor de plántulas de plátano Dominico – Hartón. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, donde se establecieron tres bloques, cada tratamiento por bloque se repitió tres veces y cada repetición tuvo 12 plantulas, para un total de 540 plantulas o unidades experimentales. Las cuales fueron colocadas en filas de 6 plantulas y 30 hileras. Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento 1. Energy Plant; Tratamiento 2. Tecno verde radicular; Tratamiento 3. Ácido fosfórico al 85%; Tratamiento 4. Acuaclean ACF-SF+ y Tratamiento 5 fue el testigo. La aplicación de los tratamientos fue semanal, durante dos meses y medio, al cabo del cual se procedió a evaluar: Altura de la planta, diámetro de la planta, numero de hojas, área foliar planta, número de raíces, longitud de raíces y peso de raíces. Los métodos estadísticos utilizados para el análisis de los resultados de esta investigación fueron, Estadística Descriptiva, Análisis de Varianza (ANOVA), Prueba de Promedios Múltiple de Tukey (nivel de significancia del 5%), Análisis de Correlación de Pearson (nivel de significancia del 5%), Análisis de Regresión Múltiple, se utilizó la versión 9.4 del programa estadístico SAS, en los resultados obtenidos se encontró una diferencia significativa del tratamiento 4 en todas las variables evaluadas respecto a los demás tratamientos

Palabras Claves:

Viveristas, Enraizadores, Fertilización, Germinación, Productores

Abstract

This research was carried in the municipality of Valle del Cauca in the El Gran Erasmo nursery, in hardened seedlings under plastic cover in order to evaluate the effectiveness of four biostimulants in the sprouting and vigor of plantain seedlings of the Dominico - Hartón plantain. The treatments were distributed in a randomized complete block design, where three blocks were established, each one was processed, a block was repeated three times and each repetition had 12 plants, for a total of 540 plants or experimental units. Which were placed in rows of 6 seedlings and 30 rows. The treatments evaluated were: Treatment 1. Power plant; Treatment 2. Green rooted techno; Treatment 3. 85% phosphoric acid; Treatment 4. Acuaclean ACF-SF + and Treatment 5 was the control. The application of the treatments was weekly, during two and a half months, in which an evaluation was made: Height of the plant, diameter of the plant, number of leaves, foliar area, number of roots, length of roots and weight. of roots. Statistical methods, statistical analysis, analysis of variance (ANOVA), Tukey multiple averaging test (5% significance level), Pearson correlation analysis (5% significance level), Multiple Regression Analysis, refers to version 9.4 of the SAS statistical program, in the results.

Keywords:

Corms, rooters, fertilization, germination, Producers.

1. Introducción

En Colombia en los últimos años, se ha registrado un incremento considerable de nuevas áreas sembradas en plátano, así como la renovación y asociación como sombrío de cultivos como el cacao, actividad que demanda un abastecimiento constante de material de siembra, situación que presenta la gran limitante de la escasa disponibilidad de material vegetal, sumado a la falta de viveros registrados ante el ICA, y a los problemas fitosanitarios transmitidos por semilla principalmente moko (*Ralstonia solanacearum* raza 2), picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), y problemas de nematodos (*Radopholus similis*).

Tradicionalmente el productor extrae la semilla de su cultivo comercial sin tener en cuenta ningún criterio de selección, causando graves daños como pérdida de anclaje y principalmente una reducción considerable en el rendimiento de fruta.

Según Martínez et al. (2004):

[...]Uno de los principales factores para lograr el éxito de una explotación comercial de plátano es la selección y obtención de semillas o material de siembra en cantidad suficiente, con calidad fisiológica adecuada (vigor), y libre de plagas y enfermedades, sin que esto implique una elevación exagerada en los costos iniciales del cultivo.

Las plantas no sólo necesitan, para crecer, agua, nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico; ellas, como otros seres vivos, necesitan de otras sustancias como aminoácidos, enzimas, hormonas para lograr un crecimiento armónico, esto en pequeñas cantidades de sustancias que se desplazan a través de sus fluidos regulando su crecimiento.

Con el uso de productos bioestimulantes, la producción de plantas en viveros se hace más eficiente, ya que estos permiten obtener plantas vigorosas las mismas que por tener cualidades especiales, vigor y mayor resistencia a las plagas y enfermedades, se desarrollan con más rapidez esto hace que reúnan rápidamente todas las condiciones para ser llevadas a campo.

Por esta razón surge esta investigación con la finalidad de evaluar el efecto de 4 bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plántulas de plátano dominico hartón en un vivero comercial, con el propósito de brindar herramientas a los viveristas y productores de plátano para que puedan obtener un material de siembra que exprese eficientemente su potencial en producción ya que esta primera etapa del cultivo es primordial y partiendo de una buena semilla complementada con un buen manejo agronómico el éxito del cultivo está garantizado.

2. Planteamiento del problema

La principal limitante en el país ante la avalancha de siembras de plátano por parte de productores, entidades del estado, empresas privadas, es la oferta de semilla en cantidad y calidad, tradicionalmente el agricultor utiliza cormos obtenidos de la misma plantación, práctica poco recomendada ya que extraer continuamente cormos en áreas de producción reduce considerablemente los rendimientos de fruta de la plantación, y los pocos viveros que hay registrados ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) obtienen perdidas hasta del 50% en etapa de germinación, y la formación del sistema radicular no es el adecuado para obtener altas producciones. Por lo anterior y con el propósito de aportar a la solución de esta problemática, se realizó este trabajo de investigación enfocado a obtener material de siembra de buena calidad, con buen vigor y abundante sistema radicular de la plántula de plátano Dominico-Hartón.

Según MADR (2015):

[...] Colombia actualmente es el quinto productor de plátano en el mundo; Los departamentos de Quindío, Meta, Antioquia, Tolima, Caldas, Córdoba, Risaralda, Valle, Nariño y Cauca, en su orden, son los mayores productores de plátano, representando un 80% de la producción y el 65% del área sembrada en el país, que para el año 2013 fue de 394.351 hectáreas.

Según Soler (2015), pagina 4:

[...] el plátano es considerado como el cuarto alimento de mayor importancia después del maíz, el arroz y el trigo. Es un producto básico en la dieta de los colombianos, con un consumo per cápita estimado de 155 kg/año

Según Ruíz y Ureña (2009):

[...] Como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte de los países en vía de desarrollo y proporcionan ingreso y empleo a las poblaciones rurales.

2.1. Hipótesis de Investigación

¿Se puede mejorar la emisión del sistema radicular de las plántulas de plátano Dominico Hartón, con la aplicación de productos bioestimulantes en la etapa de endurecimiento?

3. Justificación

Según MADR (2014):

[...]En Colombia, la producción de plátano es la expresión del minifundio, si tenemos en cuenta que el 85% de los productores tienen un área sembrada entre 1 y 5 hectáreas, el 10% posee un área sembrada de entre 6 y 15 hectáreas y tan solo un 5% tiene áreas superiores a 16 hectáreas”. Según (ICA, 2013): “De las 394.351 hectáreas sembradas de plátano, 178.600 productores derivan su sustento de este cultivo”,

Y según MADR (2014), “[...] el plátano ocupa 0.7 jornales permanentes por hectárea y 1.8 jornales por hectárea de transitorio, La participación del sector del plátano en generación de empleo, se estima en 8% del total de empleo del sector agrícola”.

Los departamentos de Quindío, Meta, Antioquia, Tolima, Caldas, Córdoba, Risaralda, Valle, Nariño y Cauca, en su orden, son los mayores productores de plátano, representando un 80% de la producción y el 65% del área sembrada en el país.

Problemas como la Sigatoka negra (causada por *Mycosphaerella fijiensis Morelet*) el Moko (causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2), el Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), Los problemas de virus (BSV) y (CMB), nematodos principalmente *Radopholus similis*, y cochinillas, son las plagas más limitantes que presenta el cultivo y las que más se han diseminado por todas las áreas plataneras de la región debido a que se transmiten por

multiplicación a través del material de siembra, sumado a la movilización indiscriminada de material vegetal por parte de los productores.

El instituto Colombiano Agropecuario (ICA) expidió la resolución 3180 de 2009 la cual establece los requisitos y procedimientos para la producción de material de propagación de frutales en el país, con el objeto de que los viveristas cumplan con parámetros básicos de calidad genética, agronómica y fitosanitaria que les permita a los productores adquirir material sano y generar rentabilidad en sus cultivos, pero la oferta de viveros registrados en el país para que el productor pueda adquirir material vegetal de calidad es muy baja, y en la mayoría de los casos este opta por obtener cormos que emergen de la planta y utilizarlos como material de siembra sin ningún criterio de calidad, lo cual va en deterioro de las plantaciones y es una de las causas de la baja producción y productividad presente en la zona. Lo anterior nos permite establecer, que una de las grandes necesidades del país es la producción de material vegetal de calidad y libre de plagas y enfermedades.

4. Objetivos

4.1. General

Evaluar la eficacia de bioestimulantes radiculares en la propagación intensiva de semilla de plátano dominico hartón en almacigo bajo cubierta plástica.

4.2. Específicos

- Comparar la eficacia de cuatro bioestimulantes comerciales en las variables de desarrollo: altura, diámetro, área foliar, número de raíces, número de hojas, longitud de raíces, peso de raíces y vigor de plántulas de plátano Dominico – Hartón bajo condiciones de cubierta plástica.
- Determinar el bioestimulante de mejor eficacia en la emisión de raíces en plántulas de plátano Dominico-Hartón, producidas bajo cubierta plástica.

5. Marco conceptual y teórico

5.1. Origen

El plátano tiene su origen en el Sudeste de Asia. Desde su área de origen inicia un largo camino hacia todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Las primeras noticias sobre esta especie se remontan a los dibujos existentes en las antiguas ruinas del monumento javanés a Buda levantado en Bordodur en el año 850 a. C. Se conoce en el Mediterráneo desde el año 650 d. C. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en 1516. Los cultivares selectos sólo se introdujeron en las islas a comienzos del siglo XIX. El cultivo comercial comienza en Canarias a fines del siglo XIX y durante parte del siglo XX.

5.2. Taxonomía y clasificación botánica

El nombre científico *Musa paradisiaca* y los nombres comunes banano, banana, plátano, cambur, topocho, maduro y guineo hacen referencia a un gran número de plantas herbáceas del género *Musa*, tanto híbridos obtenidos horticulturalmente a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como cultivares genéticamente puros de estas especies. Clasificado originalmente por Carlos Linneo como *Musa paradisiaca* en 1753, la especie tipo del género *Musa*,

La planta de plátano al igual que la de banano son monocotiledóneas, que por poseer sépalos coloreados y ovario adherente ínfero, se han situado dentro del orden de las Escitamíneas. Este

orden 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. De acuerdo con lo anterior los plátanos y los 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 muusoidea, cuyos miembros poseen, entre otras características, hojas dispuestas en espiral y flores frecuentemente unisexuales.

La subfamilia muusoidea está formada por dos géneros muy conocidos y difundidos por todo el mundo, como son el Ensete y el Musa, siendo este último el de mayor interés para el hombre, ya que por su naturaleza partenocárpica incluye un gran número de especies comestibles, aunque también forman parte de él algunas especies seminíferas.

Cardeños., 1954, Diccionario Enciclopédico Bruguera, 1980; Shnmonds, 1973; Simmonds y Shepherd, 1955.

5.3. Descripción morfológica de la planta de plátano

Según Sierra (1993):

[...]La mayoría de cultivares de plátano y banano de la familia *Musaceae* tienen origen en dos especies silvestres: *Musa acuminata* y *M. Balbisiana* que por poliploidía e hibridación generan las variedades cultivadas. La composición ploídica y genómica de los diferentes clones representan a *M. acuminata* y *M. balbisiana*, respectivamente, como A y B.

5.4. Morfología

La planta de plátano está formado por el sistema radicular, el cormo o rizoma, el sistema foliar y la inflorescencia que da origen al racimo.

5.5. Sistema radicular

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Aspectos tecnológicos del plátano (S.F):

[...] está conformado por raíces adventicias, fasciculadas y fibrosas, la mayor parte se desarrollan entre los 20 a 60 centímetros del suelo, su color varía de acuerdo a la edad y etapa de desarrollo, al inicio es blanco cremoso a pardo amarillento hasta tomar una coloración castaño oscuro en una edad avanzada, la longitud de las raíces está influenciada por la textura y estructura del suelo y aparecen en grupos de 3 a 4, miden de 5 a 10 mm de grosor y pueden alcanzar una longitud de más de 5 m si no son obstruidas.

5.6. Cormo o rizoma

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Aspectos tecnológicos del plátano (S.F):

[...] se considera que el cormo es el tallo verdadero de la planta el cual es subterráneo, con ramificaciones monopódicas de donde se originan las hojas que parten del meristemo

apical o punto vegetativo que se encuentra en la parte superior del rizoma. El tallo está formado por muchos entrenudos cortos, cubiertos externamente por la base de las hojas y de los nudos brotan las raíces adventicias. Un cormo bien desarrollado puede tener de 25 a 40 cm de diámetro y pesar de 6.9 a 11.5 Kg de acuerdo con el clon y la edad de la planta, los cormos que se usan para la reproducción en las siembras comerciales tienen un peso que varía de 0.5 a 1.5 Kg.

5.7. Sistema foliar

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Aspectos tecnológicos del plátano (S.F):

[...]está formado por cuatro partes que son: apéndice, limbo, seudopécíolo y vaina, ápice es un órgano foliar temporal, que puede alcanzar una longitud de 6.5 a 8.5 cm, su función es de dirigir la hoja a través y hasta el ápice del seudotallo, una vez que la hoja alcanza su desarrollo completo se seca y se desprende; limbo: La lámina foliar está compuesta por: dos semilimbos, la nervadura central, nervaduras laterales y finalmente las bandas denominadas pulvinares, la hoja posee forma ovalada, su extremo apical es romo o cónico, su color depende del estado nutricional, en condiciones normales es verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, en donde también se registra el mayor número de estomas, una planta puede emitir hasta su parición 38 hojas, teniendo en cuenta que la tasa de emisión foliar promedio es de una hoja cada 7 días en las condiciones del trópico; seudopécíolo: es la porción de la hoja que une la vaina con la nervadura central, la cual cumple la función de soportar y permitir la divergencia de las láminas foliares. Vaina o yagua: esta estructura

foliar tiene su origen en la túnica meristemática apical del tallo subterráneo, formando una estructura erecta, cilíndrica denominadaseudotallo, cuya función tiene relación con el soporte del sistema foliar, el tallo aéreo y la inflorescencia.

5.8. Condiciones agroecológicas

Según Palencia, Gómez y Martín (2006):

[...] las zonas tropicales son óptimas para el desarrollo del cultivo de plátano, ya que son húmedas y cálidas. Las condiciones climáticas donde se encuentran ubicadas las zonas de producción, afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo. En Colombia se encuentran plantas de plátano en todas las regiones”.

5.9. Temperatura

Según texto (Cultivo del Plátano; 2012):

[...]La temperatura óptima para el cultivo del plátano esta alrededor de los 26 - 27°C y es el factor ecológico que más afecta la frecuencia de emisión de hojas, reduciendo o incrementando el ciclo vegetativo dependiendo de la mayor o menor temperatura. Para las condiciones ecológicas de Colombia, el periodo vegetativo del plátano se prolonga 10 días por cada 100m de altura sobre el nivel del mar.

- **Altitud**

En Colombia se cultiva plátano desde el nivel del mar hasta los 2000 m.s.n.m., siendo común encontrar el hartón de los 0 – 1000 m.s.n.m. y el Dominic Hartón de los 1100- 1300 m.s.n.m. y el Dominic de los 1350-1800 m.s.n.m.

Según Palencia, Gómez y Martín (2006):

- **Precipitación**

El cultivo de plátano requiere para su normal crecimiento y buena producción de 120 a 150 mm de lluvia mensual o 1.800 mm anuales, bien distribuidos. Las raíces del plátano son superficiales, por lo cual la planta se afecta con el más leve déficit de agua. No obstante, el fenómeno de inundación puede ser más grave que el mínimo déficit de agua, dado que se destruyen las raíces y se reduce el número de hojas y la actividad floral.

- **Luminosidad**

Según Palencia, Gómez y Martín (2006):

[...] la luz existente en el trópico es suficiente para el cultivo, pero es factor importante, entre otros, para el desarrollo de las yemas o brotes laterales, por lo que cortas distancias de siembra afectan el crecimiento de éstas y prolonga el ciclo vegetativo. Las musáceas, en su hábitat natural, crecen y se desarrollan satisfactoriamente en condiciones de semipenumbra, esto las protege de algunos problemas fitosanitarios como la sigatoka.

- **Tipos de suelos**

Según Palencia, Gómez y Martín (2006):

[...] profundos, bien drenados, con buen contenido de materia orgánica. Preferiblemente Francos, tiene influencia sobre el cultivo de plátano a través de sus características físicas y del suministro oportuno y balanceado de los elementos minerales esenciales requeridos para el metabolismo, crecimiento y producción de las plantas. El suelo, como recurso básico de todo ecosistema, debe cumplir, además de su función de soporte y espacio vital de las plantas, determinados requisitos de carácter fisicoquímico indispensables para éstas.

- **Materia orgánica del suelo**

Para un desarrollo óptimo de las plantas su contenido debe estar entre 5 - 10%.

- **PH del suelo**

Según texto del Cultivo del Plátano (2012): “[...] el pH es una escala numérica que mide el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. El plátano se desarrolla con pH entre 5.5 - 6.5.”

Según Palencia, Gómez y Martín (2006):

- **Vientos**

Cuando éste excede los 20 km/hora, produce ruptura o rasgado de las Hojas, este fenómeno es común en los cultivos de plátano; el daño que involucra el doblamiento de las hojas activas es un riesgo para la producción de la planta.

- **Humedad relativa**

El rango optimo esta entre el 60 y el 85%, afecta al cultivo en forma indirecta, porque favorece la incidencia de enfermedades foliares en especial las de origen fungoso.

- **Establecimiento del cultivo:**

Selección del terreno: Este factor es muy importante para tener éxito en el cultivo de plátano ya que guarda gran relación con la vida útil y calidad de la plantación. Se deben seleccionar lotes con suelos sueltos, bien drenados, ricos en materia orgánica y elementos nutricionales. El plátano es exigente en nutrientes, los errores que se cometan al no tener en cuenta el análisis de suelo, inciden en los resultados futuros

Adecuación del terreno: Una vez seleccionado el terreno se realiza la rocería, el material que produce esta labor se repica y se deja sobre el suelo, nunca se debe hacer quema generalizada.

Si se desea acelerar la descomposición de estos materiales, se amontonan en diferentes sitios del lote, se les aplica cal y caldo de mantillo.

Para el caso del plátano no se requiere arar para romper el suelo, solo se aconseja el ahoyado individual del sitio donde se sembrará la planta, dependiendo del sistema de explotación a montar, bien sea monocultivo o siembra en asocio con cultivos perennes (cacao y maderables) o con cultivos de ciclo vegetativo corto (maíz, frijol, ahuyama, yuca, entre otros).

En terrenos planos se deben ubicar los sitios húmedos para hacer drenajes con el objeto de evacuar el agua superficial y descender el nivel freático.

En lotes pendientes se recomienda hacer caminos cada 15 a 20 metros, con el fin de facilitar el paso de los operarios y el transporte de las cosechas.

Trazo de la plantación: Una vez se define el área a sembrar y el sistema de siembra, se procede al trazo, que consiste en marcar con estacas, los sitios donde serán sembrados los cormos o plantas, el sistema recomendado es el triángulo o tres bolillos, porque hay un mejor aprovechamiento del suelo y del espacio aéreo, además permite una mejor adaptación a todo tipo de terreno, y admite más plantas por hectárea. En los terrenos pendientes permite un correcto manejo del suelo, los surcos deben ir en curvas a nivel para disminuir la escorrentía y evitar la erosión.

La distancia de siembra depende del sistema escogido en monocultivo o en asocio. A una distancia de 3 x 3 metros, en trazo a cuadro se tiene una densidad de 1.111 plantas de plátano por hectárea ó 1.280 plantas si es en triángulo. Entre las calles se pueden sembrar cultivos de

cobertura como ahuyama, frijol, maíz, habichuela, lo cual permite el control de malezas y el aprovechamiento máximo de la tierra en la etapa inicial del cultivo.

En campo, se recomienda trazar la línea base en la cabecera del lote, con dos estacas unidas por una cuerda. Luego, por el método de 3-4-5 se ubica el ángulo recto para encuadrar el trazo del terreno. Posteriormente y valiéndose de varas con la medida requerida (3 m), se inicia a señalar, desde la primera estaca, la posición exacta donde quedarán las plantas. Al realizar esta labor se debe controlar que las estacas que señalan la posición de las plantas estén en línea entre ellas en sentido longitudinal, transversal y diagonal.

Ahoyado: Después de marcado los sitios en donde se va a sembrar y con suficiente Anticipación, se procede a la apertura de los huecos, el tamaño es de 40 x 40 x40 cm. Es indispensable la preparación física y química del hueco, área donde se desarrollarán las raíces del plátano, ya que éstas son muy débiles y necesitan de Suelo suelto para su desarrollo adecuado.

Siembra: La época más propicia para realizar esta práctica es el inicio de la temporada de lluvias. El cormo debe colocarse en posición vertical de tal manera que el corte efectuado en elseudotallo quede 5 centímetros por debajo de la superficie. Al Momento del trasplante de plantas producidas en bolsa, ésta se quita y la planta Se coloca en el centro del hoyo. El suelo de relleno se debe apisonar para evitar que queden cámaras de aire que faciliten pudriciones de las raíces por encharcamiento una vez se hayan sembrado los cormos o plántulas de plátano, Se repica alrededor de éste con el fin de ablandar el suelo y facilitar la penetración de raíces en la zona donde se repica se puede aplicar materia orgánica y cal dolomita. En lo posible, colocar residuos de malezas alrededor de la planta recién sembrada, con el fin de aumentar la infiltración de agua, mantener la humedad, temperatura y evitar el salpique de aguas lluvias.

Resiembra: Cuando se siembran cormos, es natural que algunos se pierdan debido a que no poseen raíces. Por lo tanto, la resiembra se debe hacer lo más pronto posible para lograr homogeneidad en el crecimiento de las plantas.

Las plántulas producidas en bolsa o tubete, se adaptan bien y presentan crecimiento óptimo después del trasplante al sitio definitivo. Presentan menos mortalidad después de la siembra, ya que la planta posee un sistema radicular desarrollado y hojas que le permiten continuar su desarrollo sin inconvenientes.

Manejo de arvenses (Malezas u otras hierbas): Estas plantas son un componente importante del agroecosistema agrícola e intervienen dentro del equilibrio ecológico del mismo. Un buen control de arvenses es un componente indispensable en el manejo integrado de problemas fitosanitarios, las arvenses se deben controlar por la competencia con el cultivo.

Para el cultivo del plátano, la “época crítica de competencia”, se encuentra entre la siembra y los primeros seis meses de edad.

Se recomienda realizar un manejo adecuado durante todo el ciclo de vida. Las malezas o arvenses afectan la producción y sus daños sólo son cuantificables al momento de la cosecha.

Se debe mantener libre de malezas la zona de la planta (el plato), labor que se debe hacer en forma manual para no herir ni hacer daño a las raíces superficiales de la planta, se cubre la zona con las mismas hierbas que se cortan para evitar que el sol y el agua golpeen fuertemente las raíces.

El control debe ser permanente, haciendo cinco o seis desyerbas al año, ya sea con guadaña o machete, el uso de azadón ocasiona graves daños al sistema radicular de las plantas y acelera el proceso de erosión del suelo.

La incidencia de las arvenses será menor si se maneja el cultivo con coberturas y sombríos transitorios de una manera adecuada. Los problemas con este tipo de plantas, son mínimos en cultivos de plátano bien manejados.

Fertilización: En general la producción agrícola se ha relacionado estrechamente con la nutrición de la planta, que en sí es un proceso bastante complejo que no depende exclusivamente de la presencia de determinados elementos en el suelo, sino también de ciertas acciones e interacciones con la planta y el medio ambiente, para que ellos una vez convertidos a formas asimilables puedan ser absorbidos, translocados, transformados y utilizados en los diferentes procesos fisiológicos de la planta. De acuerdo con esto y para que la práctica de fertilización cumpla con los objetivos propuestos, deben considerarse ciertas directrices inherentes al suelo y a la planta, tales como disponibilidad de nutrientes, funciones de los elementos nutritivos, potencialidad productiva, requerimientos nutricionales y finalmente forma y época de fertilización.

Es muy importante conocer la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo, a través de un análisis químico y una correcta interpretación, de lo cual dependerá la recomendación sobre la clase de fertilizante y dosis a utilizar.

Deshije: Esta práctica hace referencia a la eliminación de colinos o brotes, en un estado no muy avanzado de desarrollo, con el fin de evitar la competencia que ellos le pueden ocasionar a la planta madre por luz, agua, nutrimentos y espacio vital. La herramienta más apropiada es el barretón tipo sacabocado, con el cual se elimina únicamente el meristemo o ápice de crecimiento, sin afectar el sistema radical ni anclaje de la planta.

El objetivo del deshije es mantener una sucesión racional y ordenada de progenies en el sitio de producción. El deshije se puede realizar en el momento en que el desarrollo de los colinos facilite una adecuada selección, y luego se deben realizar rondas para eliminar los brotes no seleccionados y que van emergiendo alrededor de la planta.

Deshoje: Consiste en la eliminación de las hojas amarillas, dobladas, secas y bajas para favorecer la libre circulación del viento, al igual que la penetración de los rayos solares que van a favorecer el crecimiento y desarrollo de las futuras generaciones y contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades.

No es conveniente eliminar las hojas verdes que aún no han doblado; se deben despuntar las hojas afectadas por enfermedades foliares como sigatoka negra, eliminando las partes manchadas o secas. La herramienta se debe desinfectar al pasar de una planta a otra.

Descalcetamiento: Conocido también como desguasque, el objetivo es quitar las calcetas o vainas secas que cubren el seudotallo. Esta labor se debe hacer a mano, arrancándola de abajo hacia arriba, sin usar herramienta, el descalcetamiento ayuda a disminuir el ataque de plagas y enfermedades que pueden tener sus focos de infección en las calcetas descompuestas.

Destronque: Se refiere a la eliminación del vástago o seudotallo, labor que se debe realizar tan pronto se efectúe la cosecha del racimo. Se corta a ras del suelo el vástago y se cubre con tierra para evitar que el seudotallo sirva como fuente de inóculo de problemas fitosanitarios de gran importancia económica, como bacteriosis, gusano tornillo y picudos negro y rayado.

El seudotallo y las hojas se pican finamente separando las secciones y colocándolas en las calles para acelerar su descomposición, de esta manera se contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

Desbellote: Es la separación manual de la bellota del racimo de plátano, cortando el raquis cerca de la última mano dos semanas después de su florescencia. Con esta práctica no sólo se puede prevenir el ataque de enfermedades y plagas que son atraídas por el néctar de las flores, sino también que favorecen el llenado o peso de los frutos. En la variedad hartón no es necesario hacer esta labor

Apuntalamiento: Es una actividad encaminada a prevenir el volcamiento de las plantas, ocasionado por mal anclaje, elevado peso del racimo, daños ocasionados por nematodos o una práctica severa de deshije. El apuntalamiento o tutorado se hace con materiales como caña brava, bambú, guadua y una cuerda. En terrenos pendientes se debe intensificar esta práctica.

Embolsado del racimo: Se cubre el racimo con una bolsa plástica perforada para evitar el daño causado por insectos raspadores y chupadores, como *Trigona* sp., *Colaseis* spp, además, de quemaduras en la cáscara ocasionadas por el sol. También, mejora la presencia y calidad del racimo y favorece el proceso de llenado de los frutos, al mantener una temperatura superior y constante que la del medio ambiente.

Desinfección de herramientas: La realización de las prácticas de manejo conlleva a causar heridas en la planta de plátano, y estas pueden ser la puerta de entrada de enfermedades como

Bacteriosis y moko, por lo tanto las herramientas que se utilizan en la plantación se deben desinfectar sumergiéndolas en soluciones con productos como creolina, Vanodine o hipoclorito de sodio al 10%. La desinfección de las herramientas se debe hacer al pasar de una planta a otra.

Propagación: El plátano se reproduce por medio de material vegetativo denominado colinos, cormos, cepas o hijos; es la principal vía de transmisión de las características genéticas deseables, sin embargo, este también es el método más eficiente para la diseminación de plagas y enfermedades (el picudo negro, gusano tornillo, bacteriosis, moko, entre otras), que hacen que el cultivo pierda rentabilidad y calidad.

La semilla se debe seleccionar de una planta madre con buenas características de producción y sanidad, de acuerdo con varios trabajos de investigación, cualquier yema vegetativa o cormo, con su meristemo o punto de crecimiento, puede emplearse como material de siembra.

Según Martínez et al. (2004):

[...] uno de los principales factores para lograr el éxito de un cultivo de plátano comercial es la selección y obtención de semillas o material de siembra de calidad, con calidad fisiológica adecuada (vigor), y libre de plagas y enfermedades, sin que esto implique una elevación exagerada en los costos iniciales del cultivo. El establecimiento de un cultivo en óptimas condiciones (aparición deseable, vigor y excelente aspecto fitosanitario) que facilite la instalación y manejo de un lote comercial, con plantas uniformes en su tasa de

desarrollo fisiológico, y obtener fructificación y cosechas uniformes, solo ha sido posible con la utilización de vitroplantas.

Según Aguilar et al. (2004):

[...] sin embargo, a través de una selección rigurosa de plantas en etapa de vivero, sometidas a un estricto control, también ha sido posible lograr este objetivo con plantas provenientes de otros métodos de propagación; lo cual implica la aplicación de medidas fitosanitarias dirigidas a las semillas previo al establecimiento del vivero tales como: remoción del tejido Necrótico de la superficie del cormo, desinfección (tratamientos químicos y físicos). Selección de semilla por tamaño y propagación por métodos inductivos.

Según Singh et al. (2011):

[...] la obtención de plántulas de plátano es posible mediante varios métodos de multiplicación, Siendo la regeneración natural, la micropropagación y la macropropagación los más utilizados”. Bajo este contexto, según (Aguas y Martínez, 2003): “[...] el potencial prolífico del cormo de las musáceas ha impulsado a los investigadores a idear nuevas prácticas y metodologías de propagación con la finalidad de obtener mayores tasas de germinación en el menor tiempo posible.

Según FHIA (2009):

[...] el potencial productivo de yemas vegetativas de las musáceas es alto, equivale al número de hojas (38 a 42) que emiten las plantas durante su ciclo productivo. Sin embargo, se aprovecha un máximo de 5 a 10 yemas por planta, representando un 25% del potencial productivo de yemas. Con el propósito de aprovechar más eficientemente el referido potencial, se han desarrollado diferentes metodologías que se aplican a las musáceas para inducir la brotación de yemas y/o acelerar su proceso de desarrollo.

Encontramos las siguientes:

Según Robinson y Galán (2011): “[...] la regeneración natural: es el método de propagación más utilizado por pequeños productores, y consiste en utilizar hijos de espada, hijos de agua y retoños”.

Acorde al texto Laboratorio de biotecnología, cultivo invitro de plátano (S.F):

[...] Técnica invitro: se desarrolla a partir ápices (explante Inicial) provenientes de hijos de espada, se selecciona por sus características sobresalientes como buen desarrollo, buen vigor y libre de insectos y enfermedades, al reducir el explante a un tamaño de 3 cm, se sumerge en una solución antioxidante, durante 10 minutos y se colocan en el medio de cultivo aséptico compuesto de sales minerales y reguladores de crecimiento, se realizan ocho etapas de multiplicación cada 22 días, y se siembran al nuevo medio de multiplicación, para su continua reproducción, al finalizar estas etapas se seleccionan las plántulas bien definidas y se introducen a medio de desarrollo para la producción de raíz, luego de 15 días la planta está lista para su trasplante a bolsas.

Según Blandón y Moreno (2012):

[...] Técnica Hamilton: técnica conocida como vampireo, consiste en la introducción de un tubo de 25 cm de largo con un diámetro hueco de tres pulgadas hasta el centro del seudotallo a una altura de 20 cm del suelo. Las plantas deben de encontrarse a una edad de cinco a seis meses, cuando la planta ha emitido la hoja número 20, época en la que inicia la diferenciación floral, con el objetivo de eliminar la dominancia apical, para promover el desarrollo de las yemas vegetativas que van a dar origen a los hijuelos de brote.

Según texto Producción de semilla de plátano y banano (S.F):

[...]Técnica Baker: consiste en producir semillas por remoción de calcetas con aporque y aplicación de materia orgánica para estimular las yemas latentes, con esta técnica se producen entre 12 y 15 semillas.

Técnica de rebrote inducido: consiste en inducir brotes pequeños para su desarrollo inicial en bolsa, se realiza en una planta madre previamente seleccionada por su buena producción y sanidad, una vez cosechado el racimo se efectúa un destronque inmediato a todo el sitio.

Técnica tras: Es un método en el cual las yemas no son separadas de los cormos, sino que los cormos enteros se siembran en pequeños almácigos, previamente acondicionados para que se facilite la brotación de las yemas axilares, se elimina la yema apical a un centímetro por debajo de la corona que une al cormo con el seudotallo esto garantiza la eliminación de la dominancia apical e induce la brotación de las yemas axilares (Aguilar et al., 2004).

Según FAO (2013):

[...]Técnica cámara térmica: consiste en someter los cormos a altas temperaturas entre 50 y 70 grados centígrados y una humedad relativa entre 30 y 100%, y fotoperiodo de 24 horas (luz artificial), y una frecuencia de fertiriego, todo esto automatizado con un programador lógico controlable, con este sistema se obtienen las siguientes ventajas:

Sistema de producción es automatizado y tecnificado, Tamaño y peso de semilla es uniforme, facilitando la articulación a los programas de certificación de semilla y disminuyendo los costos de transporte y el precio de la semilla, al emplear material élite desde la propagación in vitro, se excluye la presencia de microorganismos fitopatógenos y plagas, Puede reducir el primer ciclo del cultivo hasta en 2 meses, dependiendo del piso térmico, disponibilidad de material de siembra es constante durante el año, sistema radical desarrollado y protegido con microorganismos benéficos, a partir de un cormo se pueden producir hasta 15 brotes que podrán ser usados como material de siembra.

Según texto Aplicación de fosforo en el riego por goteo (S.F): “[...]Efectos del ácido fosfórico como fertilizante y como promotor del desarrollo del sistema radicular”.

La habilidad de las plantas para obtener tanto agua como los nutrientes minerales del suelo está relacionada con su capacidad para desarrollar un vasto sistema radicular (Ferrer, 2002a). Sistema radicular que contiene, básicamente, dos tipos de raíces: largas y gruesas que forman el armazón del sistema y que definen el volumen de suelo ocupado; y raíces más finas, de un diámetro menor de 0.8 mm y cortas (McCully citado por Marschner, 1999). Hay evidencias que es importante mantener una alta tasa de crecimiento del sistema radicular permanente puesto que

las raíces nuevas son mejores absorbentes de agua y nutrientes que las raíces viejas (Portas, 1980).

Al mismo tiempo, el H_3PO_4 es una excelente fuente de P para los cultivos y ha sido utilizada efectivamente en riego por goteo en concentraciones que varían de 10 a 40 ppm de P. Para evitar la formación de compuestos insolubles de P en el sistema de riego se añade ácido sulfúrico (H_2SO_4) al agua de riego inmediatamente después del H_3PO_4 para mantener el pH bajo hasta que todo el P haya pasado por los goteros. Considerando que el H_3PO_4 es un ácido fuerte se debe ser precavido en el manejo del material.

Según texto El ácido fosfórico en la agricultura moderna (2014):

[...] el ácido Fosfórico es un producto a base de ortofosfato de alta concentración y de alta estabilidad química, producido con materias primas de alta calidad, sin riesgos de metales pesados y bajo estrictos estándares de calidad. Uso: El ácido Fosfórico es altamente soluble y puede ser utilizado como corrector de aguas alcalinas o duras, como acidificante en mezclas de aplicación de fertilizantes o plaguicidas, como agente limpiador de tuberías o sistemas de riego, y para prevenir o corregir puntualmente carencias del elemento en algunos cultivos, entre otros.

Uno de los abonos más utilizados para incorporar fósforo al cultivo es el ácido fosfórico

Un fertilizante que viene en forma líquida, cómodo de utilizar (pero peligroso), con un aporte genérico de 52% p/p de fósforo, con pH ácido (ideal para suelos alcalinos), y con un mayor control del aporte que se realiza para fertirrigación.

El fósforo es imprescindible para realizar la fotosíntesis y para formar compuestos orgánicos. Interviene en la respiración celular y en el transporte y almacenamiento de energía. Interviene también en la formación de flores y adelantamiento de la maduración. A niveles bajos de fósforo, la planta reduce el nivel de producción de flores y, por tanto, de cuajado.

El fósforo es un elemento móvil en el interior de la planta. Por tanto, las primeras carencias de este elemento aparecerán en las hojas adultas.

Según García (2017):

[...]Los Bioestimulantes:

La definición del Dr. Patrick Du Jardín año, es la más aceptada y distribuida a nivel internacional y menciona que “Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”.

Los bioestimulantes se enmarcan en una categoría de productos tan novedosa que su reglamentación a nivel mundial aún no está completamente cerrada. Sin embargo, existe cierto consenso entre científicos, reguladores, productores y agricultores en la definición de las categorías principales de productos bioestimulantes:

Ácidos húmicos y fúlvicos: Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y

microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

Aminoácidos y mezclas de péptidos: Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como mezclas (lo más habitual).

Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos.

Extractos de algas y de plantas: El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminarina, alginato y carragenanos. Otros compuestos que contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrientes, esteroides y hormonas.

Quitosan y otros biopolímeros: El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros /oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado

de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de las plantas.

Compuestos inorgánicos: Se suelen llamar “elementos beneficiosos” a aquellos elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el Aluminio, Cobalto, Sodio, Selenio y Silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos.

Hongos beneficiosos: Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas.

Bacterias beneficiosas: Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: Como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las

células vegetales, con localizaciones intermedias como la rizósfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla). Su influencia en la planta es de todo tipo, desde los ciclos biogeoquímicos, aportación de nutrientes, incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta. En cuanto a su uso como bioestimulantes se consideran dos tipos fundamentales, los endosimbiontes mutualistas (tipo *Rhizobium*) o mutualistas no endosimbiontes o PGPRs de la rizósfera (del inglés Plant Growth-Promoting Rhizobacteria).

Hormonas: Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis. Las estimuladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas (www.bam.com.2004).

Auxinas: El ácido indolacético (AIA) es la principal auxina natural; entre las sintéticas se hallan el ácido indolbutírico (IBA), el ác. naftalenacético (ANA) y ác. diclorofenoxiacético (2,4-D). Su uso es muy variado, desde la estimulación del enraizamiento de estacas, pasando por el raleo de frutos o la fijación de éstos al árbol, y el control de malezas, por su acción herbicida. La dominancia apical está muy determinada por la presencia de esta hormona.

Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células y en la atracción de nutrientes hacia ellas (efecto “sink”).

Dependiendo de su dosis y órgano de acción, las auxinas pueden actuar tanto como bioestimulantes, así como supresora del crecimiento.

Las máximas concentraciones de la hormona se encuentran en los ápices en crecimiento de yemas y raíces (www.ban.com.2004)

Giberelinas: Son compuestos sintetizados en todas las partes de la planta, especialmente en hojas jóvenes, encontrándose en grandes cantidades en las semillas.

Sus usos son múltiples, siendo principalmente utilizada en la estimulación del crecimiento de la fruta, prevención del russet y supresión de la latencia de semillas. Su acción inhibitoria de la inducción floral es muy conocida.

Existe cerca de un centenar de diferentes tipos de GA, cada una de ellas con una potencia metabólica distinta (www.ban.com.2004)

Citoquininas: Las citoquininas son hormonas que activan la división celular y regulan la diferenciación de los tejidos. Sus niveles son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas), y en los ápices de las raíces.

Comercialmente se utilizan para estimular el crecimiento de la fruta, provocar su raleo e inducir la brotación lateral de yema (www.ban.com.2004)

Aminoácidos: Los aminoácidos son moléculas orgánicas ricas en Nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides.

Según Blue Planet LLC (S.F):

Acuaclean ACF-SF+® y sus propiedades

Los exclusivos compuestos microbiológicos, contenidos en los productos BluePlanet, de manera natural descomponen rápidamente los contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua, del aire y del suelo. Solubilizan o fijan elementos nutricionales que no eran asimilables y producen un ambiente adecuado para el desarrollo fisiológico de las plantas.

Estos compuestos microbiológicos, restauran los suelos, llevándolos a un estado biológicamente activo. Los microorganismos, colonizan la zona radicular y su intervención adecúa la rizosfera con mejores características físicas y bioquímicas, favoreciendo una estructura más amplia y profunda de la raíz, que aprovecha mejor la solubilización de los macro y micro nutriente y otros elementos minerales indispensables, con un uso más eficiente del agua.

ACF SR Plus (SR+) es una formulación estabilizada de microorganismos benéficos y ácidos húmicos, que fortalecen la estructura de los suelos, aumenta su porosidad y aireación e incrementa la retención del agua al descomponer la materia orgánica del suelo. Los ácidos húmicos, aumentan la capacidad de intercambio de iones unen y neutralizan compuestos tóxicos, así como también estabilizan y protegen la lixiviación y el quemado asociado con fertilizantes sintéticos.

Los ácidos húmicos incrementan los efectos beneficiosos al coadyuvar a la disponibilidad de nutrientes y son instrumentales al trabajar conjuntamente con los microorganismos para estimular el crecimiento de las raíces. Los ácidos húmicos y fúlvicos

contenidos en ACF SR+ se derivan de depósitos vegetales milenarios del subsuelo en estado de leonardita, con las mejores condiciones de uso en agricultura.

ACF SR & SR+, son un adelanto muy importante en la estimulación del crecimiento de las plantas, produciendo un mejor rendimiento de los cultivos con el uso de una fórmula completamente natural.

Existen tres tipos de microorganismos en la serie **ACF SR** incluyendo:

Bacterias fotosintéticas que suministran energía a partir de la luz, fijan nitrógeno y carbono, degradan químicos tóxicos y suministran carbono orgánico a las plantas para su crecimiento.

Cepas de bacterias vegetativas que mejoran los suelos al descomponer químicos tóxicos residuales tales como pesticidas. También descomponen sustancias orgánicas complejas para proporcionar nutrientes a las plantas.

Esporas Bacillus conocidas como productoras de auxinas, hormonas y otras sustancias que promueven el vigor de las plantas. También descomponen compuestos orgánicos complejos para producir formas de más fácil asimilación por las plantas.

Las bacterias descomponen los compuestos orgánicos en los suelos, liberando elementos que las plantas pueden absorber fácilmente, adicionalmente, trabajan sobre los elementos compuestos presentes en los suelos y el aire, para convertirlos a formas más solubles y absorbibles.

6. Materiales y métodos

6.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero El gran Erasmo, ubicado en la vereda Limones del municipio de Caicedonia (Valle del Cauca), a una altura de 1150 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 23°C, correspondiente a clima medio y dentro de la clasificación Holdridge (6),bh-PM (Bosque Húmedo Premontano);se encuentra registrado ante el ICA como productor de material vegetal de plátano y banano.

6.2. Material vegetal

Para el desarrollo de esta investigación se emplearon cormos del cultivar Dominico-Hartón, con peso promedio entre 250 y 350 gr obtenidos a partir de la reproducción de semilla de la técnica de cámara térmica, los cuales fueron extraídos cuando tenían 30 días de haber germinado allí dentro, luego se arreglaron eliminando las raíces y dejando solo 10 cm de pseudotallo, después se procedió a la desinfección de la semilla sumergiéndolas por un espacio de 5 minutos en una solución de clorpirifos + ridomild gold.

Figura 1 Imagen fotográfica del material vegetal del clon Dominicó –Hartón obtenido en la cámara térmica



Fuente: Autores, 2018

6.3. Equipos y herramientas

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes equipos de medición:

Balanza Científica: Para determinar el peso de las raíces se utilizó una balanza electrónica de marca *Boeco* modelo: *Standart*

Pie de rey o Calibrador: Para la medición de la longitud y diámetro de las plántulas se empleó un pie de rey electrónico de marca GearWrench.

Cinta métrica: Con la ayuda del metro se midió el tamaño (altura) de las plántulas.

6.4. Productos a evaluados

1. Energy plant®
2. Tecnoverde Radicular.®
3. Ácido fosfórico al 85%
4. Acuaclean ACF-SF+®.
5. Testigo.

6.5. Tratamientos evaluados

Tratamiento 1. Energy plant, aplicado en drench a la bolsa de solución preparada de 15 gr en 20 lts de agua, y 20 cm de la solución por bolsa.

Tratamiento 2. Tecno verde radicular, aplicado en drench a una dosis de 30 cc en 20 lts de agua y 20 cc de la solución x planta.

Tratamiento 3. Ácido fosfórico al 85%, aplicado en drench a una dosis de 40 cm en 20 lts de agua, y 20 cm de la solución preparada por bolsa.

Tratamiento 4. Acuaclean ACF-SF+. Aplicado en drench a una dosis de 40 cm en 20 lts de agua, y 20 cm de la solución preparada por bolsa.

Tratamiento 5. Fue el testigo al cual no se aplicó bioestimulante, se le realizó fertilización igual que a los demás tratamientos a partir de la tercera semana con triple 15 en dosis de 3 gramos por bolsa.

Figura 2 Imagen fotográfica de la preparación de los productos evaluados en los tratamientos



Fuente: Autores, 2018

6.6. Procedimiento de preparación de los sustratos

El sustrato utilizado para el llenado de las bolsas estuvo compuesto por una mezcla de: 1 parte de tierra, la cual en el vivero el gran Erasmo le realizan un proceso desinfección por 30 días mezclándola con el producto Bassamid® y tapándola con un plástico negro por espacio de un mes, 2 partes de cascarilla de arroz, 1 parte de materia orgánica (biocane).

- **Llenado de las bolsas**

Para el llenado se utilizaron bolsas de polietileno con dimensiones de 17 x 23 cm con sistema pin-hole y fuelle en la parte de abajo.

- **Siembra de los cormos.**

Las bolsas se llenaron con el sustrato ya listo hasta la tercera parte luego se procedió a colocar el cormito dejándolo a ras de la bolsa y terminar de llenar la bolsa apretando la tierra muy bien para evitar que queden cámaras de aire y se pudra fácilmente el cormo.

- **Aplicación de los tratamientos**

A partir de la segunda semana de haber sembrado el cormo en la bolsa se iniciaron las aplicaciones en drench de los bioestimulantes, seguidamente cada 8 días, hasta la sexta semana, con los productos evaluados, Las cantidades de producto utilizadas por tratamiento fueron las recomendadas por las compañías comerciales y en las cuatro semanas restantes se fertilizaron con el producto triple 15 aplicando a cada bolsa 3 gramos x semana.

Figura 3 Imagen fotográfica mostrando la Aplicación de tratamientos



Fuente: Autores, 2018

6.7. Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Se establecieron tres bloques, cada tratamiento por bloque se repitió tres veces y cada repetición constó de 12 plantulas, para un total de 540 plantulas o unidades experimentales las cuales se ubicaron en filas de 6 plantulas y 30 hileras.

Tabla 1. Croquis del ensayo experimental con sus respectivos tratamientos y repeticiones

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T2 R1- 12 bolsas	T3 R1 – 12 bolsas	T5 R1– 12 bolsas
T4 R1 – 12 bolsas	T5R1 – 12 bolsas	T2 R1 – 12 bolsas
T1R1 – 12 bolsas	T2 R1- 12 bolsas	T4 R1 – 12 bolsas
T3R1 – 12 bolsas	T4 R1 – 12 bolsas	T1R1 – 12 bolsas
T5R1 – 12 bolsas	T1R1 – 12 bolsas	T3R1 – 12 bolsas
T3R2 – 12 bolsas	T2R2 – 12 bolsas	T1R2 – 12 bolsas
T5R2 – 12 bolsas	T4R2– 12 bolsas	T3R2 – 12 bolsas

T1R2 – 12 bolsas	T1R2 – 12 bolsas	T2R2 – 12 bolsas
T2R2 – 12 bolsas	T3R2 – 12 bolsas	T5R2 – 12 bolsas
T4R2– 12 bolsas	T5R2 – 12 bolsas	T4R2– 12 bolsas
T5R3– 12 bolsas	T5R3– 12 bolsas	T2R3– 12 bolsas
T2R3– 12 bolsas	T1R3– 12 bolsas	T5R3– 12 bolsas
T1R3– 12 bolsas	T4R3– 12 bolsas	T1R3– 12 bolsas
T3R3– 12 bolsas	T2R3– 12 bolsas	T4R3– 12 bolsas
T4R3– 12 bolsas	T3R3– 12 bolsas	T3R3– 12 bolsas

Fuente: Autores, 2018

6.8. Variables de respuesta

Altura de la planta (cm), diámetro de la planta (cm³), número de hojas (#), área foliar planta (m²), número de raíces (#), longitud de raíces (M) y peso de raíces (G)

Para determinar el área foliar de cada hoja, se midió el largo de esta desde la base del limbo hasta el ápice y el ancho en su parte media, se utilizó la siguiente formula de la ecuación de Turner (2003): Área de la hoja (cm²): la longitud (cm) x el ancho (cm) x 0.8

Figura 4 Imagen fotográfica mostrando la medición de las variables de respuesta



Fuente: Autores, 2018

6.9. Análisis de la información

Las técnicas de análisis que se utilizaron fueron:

Estadística descriptiva

Análisis de Varianza (ANOVA) ya que se encontraron diferencias entre los promedios

Prueba de promedios múltiple de Tukey (Nivel de significancia del 5%).

Análisis de Correlación de Pearson (5% de significancia): se empleó este método para conocer el grado de asociación entre las variables evaluadas (ver resultados en la tabla 7)

Análisis de Regresión Múltiple, en el cual se utilizó el método de selección de variables de Stepwise, se empleó este método para determinar la mejor relación funcional entre las variables concomitantes (ver resultados en la tabla 8 y 9) Para los análisis se utilizó la versión 9.4 del programa estadístico SAS

7. Resultados y discusión

- **Evaluación de la eficacia de cuatro bioestimulantes en el desarrollo y vigor de plántulas de plátano Dominicó – Hartón bajo condiciones de cubierta plástica.**

A las 10 semanas después de la siembra de los cormos en la bolsa, se evaluaron los siguientes parámetros:

Altura de la planta (cm), diámetro de la planta, número de hojas, área foliar planta (Para determinar el área foliar de cada hoja, se midió el largo de esta desde la base del limbo hasta el ápice y el ancho en su parte media, se utilizó la siguiente fórmula de la ecuación de Turner (2003): Área de la hoja (cm²): la longitud (cm) x el ancho (cm) x 0.8), número de raíces, longitud de raíces y peso de raíces

Se realizó análisis descriptivo para cada uno de las variables evaluadas; las cuales fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA), presentó diferencias altamente significativas para cada uno de los tratamientos y variables evaluadas, y se realizó prueba de medias con Tukey y análisis de efectos simples de las variables (Ver Tabla 1)

Tabla 2. Resultados de las variables evaluadas, altura, diámetro, # de hojas y área foliar, # de raíces, Longitud y peso

Fuente de Variación	Gli	Altura Planta		Diámetro Cormo		No. Hojas		Área Foliar	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Tratamiento	4	304.5	0.0003	14.9	<.0001	0.70	0.002	5298	<.0001
Promedio		40.2		20.6		4.5		206.5	
CV (%)		9.6		3.5		4.9		3.7	

Fuente de Variación	Gli	No. Raíces		Longitud Raíces		Peso Raíces	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Tratamiento	4	62.5	0.0003	341.0	<.0001	95.5	<.0001
Promedio		14.0		21.3		13.0	
CV (%)		12.6		14.9		12.4	

Nota: Significativo a 0.05%, Gli=Grados de Libertad; CV = coeficiente de variación; CM = cuadrado medio.

Fuente: Autores, 2018

Altura de la planta: El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 40.2 cm y un coeficiente de variación de 9.6%

Esto confirma que los productos con bioestimulantes facilitan la disponibilidad de material de síntesis, estimula la fotosíntesis y la actividad de las hormonas, asegurando una mejor expresión

del potencial de crecimiento, precocidad de la planta, además son reactivadores enzimáticos (www.bam.com.2004).

Diámetro del pseudotallo: el análisis de varianza para el diámetro del pseudotallo indica que se presentaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, con una media general de 20.6 cm, y un coeficiente de variación de 3.5%.

(Dr. Thomas Fichet), menciona que los bioestimulantes permiten una mejor utilización de los elementos nutritivos a disposición de la planta, acelera los procesos vitales de la planta, también favorece la fotosíntesis, acelerando la síntesis de proteínas y de los hidratos de carbono, las células vegetales se ven inducidas a un crecimiento acelerado y se multiplican con rapidez.

Número de hojas: el análisis de varianza para el número de hojas indica que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 4.5 cm y un coeficiente de variación de 4.9 %

Área foliar: el análisis de varianza para el área foliar indica que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 206.5 cm y un coeficiente de variación de 3.7 %

Número de raíces: el análisis de varianza para el número de raíces indica que se presentaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 14 raíces y un coeficiente de variación de 12.6 %

Longitud de raíces: el análisis de varianza para la longitud de raíces indica que se presentaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 21.3 cm y un coeficiente de variación de 14.9 %

Peso de raíces: el análisis de varianza para el peso de las raíces indica que se presentaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, con una media de 13gr y un coeficiente de variación de 12.4 %

GOMIS et al. (1987) señala que la aplicación de productos con formulación aminoacídica y su posterior absorción en forma directa, implicaría que la planta sintetice proteínas sin el gasto metabólico correspondiente a partir de éstos.

Tabla 3. Análisis estadístico prueba Tukey de los datos promedios de las variables de evaluación de las plántulas de plátano Dominicano – Hartón tratados con bioestimulantes (altura, diámetro, # de hojas, área foliar, # de raíces, Longitud y peso).

Tratamiento	Altura Planta		Diámetro Cormo		No. Hojas		Área Foliar	
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
T1.Ácido Fosfórico (85%)	42.067	b	21.2	b	4.7	ab	212.3	b
T4.Acuaclan ACF(-) SF(+)	56.711	a	24.2	a	5.3	a	277.6	a
T3. Energy Plant	32.289	b	19.1	c	4.2	b	182.3	c
T2.Tecnoverde Radicular	37.711	b	19.7	bc	4.2	b	181.2	c
T5.Testigo	32.378	b	18.8	c	4.2	b	178.9	c

Tratamiento	No. Raíces		Longitud Raíces		Peso Raíces	
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
T1. Ácido Fosfórico (85%)	15.9	b	26.1	b	15.4	b
T4-Acuaclean ACF(-) SF(+)	21.2	a	37.9	a	21.8	a
T3.Energy Plant	11.2	bc	14.4	c	9.2	c
T 2Tecno Verde Radicular	11.5	bc	15.4	c	10.0	c
T5. Testigo	10.3	c	12.7	c	8.5	c

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con igual letra no difieren significativamente ($P>0.05$)

Fuente: Autores, 2018

En función a las comparaciones entre las medias con la prueba Tukey del desarrollo de las plántulas de plátano Dominico-Hartón, para cada uno de las variables evaluadas, tabla 2, y 3, se encontró que:

Altura de las plantas: Al evaluar la variable altura de las plantas se formaron dos grupos, el primer grupo con la mayor altura de las plantas lo conformo solo el tratamiento 4 con 56.7 cm, en el grupo dos lo conformaron los demás tratamientos en orden decreciente, siguen los tratamientos T3. T2. T1. Y en último lugar el testigo absoluto con ninguna aplicación.

Diámetro de la planta: El diámetro de las plántulas el cual está referido por el grosor que adquirieron en la etapa de vivero los seudotallos, formaron cuatro grupos, siendo el T4 el que presento un mayor engrosamiento del tallo con 24.2 cm seguido por el T1 con 21.2 cm y el tratamiento con el menor desempeño fue el tratamiento T3. Estos son muy similares a los encontrados, pero demuestra que el complejo de bacterias promotoras de desarrollo del sistema radicular como de las bacterias solubilizadoras de fosforo que contiene el producto del T4 son los que están motivando el desarrollo de la planta.

Mostraron un rango de 2cm a 3cm, siendo el Acuaclean ACF-SF+ el que presento mayores resultados.

Numero de Hojas: Al evaluar el número de hojas, se formaron tres grupos, siendo el T4 el que presento mayor número de hojas con 5 por planta, los demás tratamientos, solo formaron 4 hojas

Área Foliar: Al evaluar el área foliar de las plantas se formaron tres grupos, siendo el T4 el de mayor área foliar, seguido por el T1 y el de menor área foliar los tratamientos T2 y T3.

Número de raíces: Al evaluar el número de raíces se formaron cuatro grupos, siendo el T4 el que presento un mayor número de raíces con 21.2 raíces promedio, seguido por el T1 con 21.2 cm y el tratamiento con el menor desempeño fue el tratamiento T3. Se muestra que el complejo de bacterias promotoras de desarrollo del sistema radicular como de las bacterias solubilizadoras de fosforo que contiene el producto del T4 son los que están motivando el desarrollo de las raíces.

Longitud de raíces: Al evaluar la longitud de raíces se formaron tres grupos, siendo el T4 el que presento una mayor longitud de raíces con 37.9 cm, seguido por el T1 con 26.1 cm y el tratamiento con el menor desempeño fue el tratamiento T3. Correspondiente al energy plant con 14.4 cm.

Peso de raíces: al evaluar el peso de raíces se formaron tres grupos, siendo el T4 el que presento una mayor longitud de raíces con 21.8 gr, seguido por el T1 con 15.4 gr y el tratamiento con el menor desempeño fue el tratamiento T3Correspondiente al energy plant con 9.2 gr.

Figura 5 Imagen fotográfica de la formación del sistema radicular con los diferentes tratamientos.



Fuente: Autores, 2018

7.1. Análisis de correlación

Tabla 4. Matriz correlaciones de Pearson entre variables evaluadas en plántulas de plátano Dominico Hartón según tratamiento con bioestimulantes.

Variables	Altura Planta (cm)	Diametro Cormo (cm)	No. Hojas	Area Foliar (cm ²)	No. Raíces	Longitud Raíces (cm)	Peso Raíces (g)
Altura Planta (cm)	1	0.974 <.0001	0.887 <.0001	0.896 <.0001	0.930 <.0001	0.926 <.0001	0.955 <.0001
Diametro Cormo (cm)		1	0.907 <.0001	0.928 <.0001	0.957 <.0001	0.963 <.0001	0.961 <.0001
No. Hojas			1	0.952 <.0001	0.936 <.0001	0.925 <.0001	0.917 <.0001
Area Foliar (cm ²)				1	0.916 <.0001	0.921 <.0001	0.930 <.0001
No. Raíces					1	0.993 <.0001	0.913 <.0001
Longitud Raíces (cm)						1	0.927 <.0001
Peso Raíces (g)							1

Significancia al 1% prueba T.

El análisis de correlación entre las variables Tabla 5, indica que existe una correlación positiva altamente significativa entre la altura de la plántula y el diámetro del pseudotallo (tallo

falso) (r , 0.974), el número de hojas (r , 0.887), área foliar (r , 0.896), número de raíces (r , 0.930), Longitud de raíces (r , 0.926) y peso de raíces (r , -0.955).

Por otro lado, también se encontró una correlación positiva altamente significativa entre el diámetro del pseudotallo y el número de hojas (r , 0.907), el área foliar (r , 0.928), el número de raíces (r , 0.957), longitud de raíces (r , 0.925), y peso de raíces (r , 0.961).

7.2. Análisis de regresión

Tabla 5. Análisis de regresión de las variables evaluadas con los bioestimulantes en el Clon Dominco-Harton

Variable		Parámetro	R ² Parcial	R ² Modelo	C(p)	Pr > F
Respuesta	Predictora					
No. Raíces	Intercepto	-28,015	-	-	-	<.0001
	Diámetro Cormo (cm)	1,281	0,917	0,917	4,331	<.0001
	No. Hojas	3,455	0,025	0,942	1,666	0,041
Longitud Raíces (cm)	Intercepto	-73,854	-	-	-	<.0001
	Diámetro Cormo (cm)	4,613	0,927	0,927	2,383	<.0001
Peso Raíces (g)	Intercepto	-37,755	-	-	-	<.0001
	Diámetro Cormo (cm)	2,460	0,924	0,924	2,639	<.0001

Fuente: Autores 2018

Al realizar el análisis de regresión para encontrar cuales son las variables que más se relacionan con variables más importantes para el desarrollo y crecimiento de las plántulas de plátano se encontró que el número raíces emitido por las plántulas está directamente relacionado con el Diámetro del pseudotallo (r^2 0.917) y con el número de hojas (r^2 0.942) (Ver resultados en la Tabla 5)

La evaluación de bioestimulantes en la propagación intensiva de semilla plátano dominico hartón, realizada en esta investigación, resalta los resultados de la acción del producto Acuaclean ACF-SF+®, y los efectos significantes que le aportan al desarrollo de las plántulas el uso de sus compuestos microbiológicos incluidos en la formulación de este bioestimulante, como son las bacterias fotosintéticas, las cepas de bacterias vegetativas, las esporas de bacillus, combinados con los ácidos húmicos y fúlvicos contenidos derivados de depósitos vegetales milenarios del subsuelo en estado de leonardita, cuyos efectos se vieron reflejados en el desarrollo de las plántulas evaluadas con este tratamiento, presentando siempre en los resultados obtenidos según el análisis de varianza una mejor respuesta en cuanto a las variables analizadas, respecto a los demás tratamientos, los resultados encontrados también son coincidentes con los reportados por Juan Alberto Quichimbo Ochoa (2014), en su tesis de grado “evaluación del enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (*musa sp*) con la variedad *William*” la cual mostro que el bioestimulante Kelpak 2% de la Basf (2003), logro efectos significantes a nivel del análisis de varianza potenciando el crecimiento radicular en peso y longitud.

Igualmente Ricardo Russo, José Lugo, Oscar Arreola, Omar A rango (1995), realizaron el estudio del efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el

crecimiento de plántulas de banano (*Musa* AAA subgrupo "Cavendish" don 'Gran enano') donde observaron que la aplicación foliar del extracto húmico de pinzote previamente compostado, promovió significativamente la expansión de área foliar, aumentó el diámetro y altura del pseudotallo e incrementó la biomasa (peso seco) de hojas y pseudotallo de plántulas de banano en condiciones de vivero.

8. Conclusiones

Los resultados del presente estudio para la evaluación de bioestimulantes radiculares en la propagación de plátano dominico hartón, mostro que se puede mejorar el sistema radicar de las plántulas con el uso de bioestimulantes logrando obtener plántulas de excelente calidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos donde se comparó la eficacia de 4 bioestimulantes Se encontró que el tratamiento 4 correspondiente al producto Aquaclean ACF (-) SF(+), y el tratamiento 3 correspondiente al acido fosfórico, mostraron una mayor emisión de raíces, con mayor longitud y diámetro así como un mejor desarrollo de las plántulas representado en mayor altura y diámetro del seudotallo y una mayor producción de hojas.

La investigación realizada determino con sus resultados que el tratamiento 4 correspondiente al producto Aquaclean ACF (-) SF (+) fue el bioestimulante de mejor eficacia en todos los aspectos evaluados, por lo tanto es una alternativa factible para mejorar el sistema radicular de las plántulas obtenidas en vivero.

9. Recomendaciones

Con base a los resultados y discusiones obtenidos en esta investigación se recomienda lo siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se recomienda, hacer uso de bioestimulantes, en la propagación de plántulas de plátano en viveros, ya que su uso aporta grandes beneficios en la obtención de un material vegetal de calidad y abundante sistema radicular

De igual forma es recomendable para los diferentes programas de agronomía de las universidades del país incentivar en este tipo de investigaciones que conllevan a un beneficio para el productor al momento de obtener material vegetal de calidad, ya que de ahí parte el éxito de un cultivo

Se recomienda proponer estrategias entre los viveristas de la región para incentivarlos a usar el bioestimulantes con el fin de mejorar la calidad de material vegetal que le ofertan al productor

Realizar un estudio de factibilidad y rentabilidad económica en el uso de este tipo de bioestimulantes en plántulas obtenidas en vivero

10. Bibliografía

Aguilar, M., Reyes, G. y Acuña, M. (2004). Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa sp.*). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

Aguilar, M., Ortiz, J. y Sandoval, J. (2008). Embriogénesis somática en bananos y plátanos: Perspectivas y Limitaciones. Turrialba, Costa Rica. CORBANA- CATIE. Boletín Técnico no. 27.

Aguas, A. y Martínez, M. (2003). Técnicas rápidas para la multiplicación de semillas de plátano. Ecorregión Caribe. Boletín divulgativo no. 69.

Álvarez, A., Ceballos, G., Cañán, L., Rodríguez, D., González, S. y Pantoja, A. (2013). Producción de material de siembra limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Publicación CIA T no. 384.

Barber, E., Pisano, S., Romagnoli, S., Parsiale, V., De Pedro, G., y Gregui, C. (2008). Los catálogos en línea de acceso público del Mercosur disponibles en entorno web. *Information, Cultura y Sociedad*.

Beall, J. (2011). Academic Library Databases and the Problem of Word-Sense Ambiguity. *The Journal of Academic Librarianship*, 37(1), 64-69. doi:10.1016/j.acalib.2010.10.008

Belalcázar, S. (1991). El Cultivo del Plátano en el Trópico. Cali, Colombia. ICAINIBAP-CIID-COMITECAFE. II: 47, V: 214-216

Cardeños., 1954, Diccionario Enciclopédico Bruguera, 1980; Shnmonds, 1973; Simmonds y Shepherd, 1955.

Castro, D., Díaz, J. y Montoya, N. (2002). Propagación clonal de bananos en biorreactores de inmersión temporal. En: Memorias de la XV reunión internacional ACORBA T. Cartagena de Indias, Colombia.

Díaz, B., Héctor, E., Torres, A., Cabañas, M., Garcés, N., Izquierdo, H., Núñez, M. y 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.

García, L., Pérez, P., Bermúdez, I., Orellana, P., Veitía, N., García, L., Padrón, Y. y Romero, C. (2006). Nuevo protocolo para la rápida inducción de yemas adventicias y la regeneración de plantas en banano cv. 'Grande Naine' (Musa AAA). Biotecnología Vegetal.

Herrera, F., Herrera-Viedma, E., Alonso, S. y Cabrerizo, F. (2009). Agregación de índices bibliométricos para evaluar la producción científica de los investigadores. *El Profesional de la Información*, 18(5), 559-561.

- Hull, D., Pettifer, S. y Kell, D. (2008). Defrosting the digital library: bibliographic tools for the next generation web. *PLoS Computational Biology*, 4 (10), e1000204.doi:10.1371/journal.pcbi.1000204
- Manzur, D. (2001). Propagación masiva in situ del híbrido de plátano FHIA-20 utilizando bencilaminopurina. *InfoMusa* 10 (1) 3-4.
- Martínez, R. (2007). *Biblioteca Digital: conceptos, recursos y estándares*. Buenos Aires: Alfagrama
- Sandoval, J., Brenes, G. y Pérez, L. (1991). Micropropagación de plátano y banano en el CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Sandoval, J. (1998). Biotecnología y cultivo de tejidos, aplicaciones en el cultivo del Plátano (Musa AAB). Seminario Internacional sobre producción de Plátano. Armenia, Quindío, Colombia.
- Wink, D. y Killingsworth, E. (2011). Optimizing use of *Educator*, 36(2), 48-51.
- Zaffari, G. y Kerbauy, G. (2006). Efeito de reguladores de crescimento na forma<; ao de gemas adventicias in vitro de Musa acuminata cv. Grand Naine. En: Memorias de la XVII Reunión Internacional ACORBAT. Joinville, Brasil.

11. Referencias Web

Agricultores. (2014). El ácido fosfórico en la agricultura moderna. Recuperado de Agromática:

<http://agriculturers.com/el-acido-fosforico-en-la-agricultura-moderna/>

Blandón, L. y Moreno, D. (2012). Métodos para acelerar la emisión y desarrollo de hijuelos en plátano (Musa sp) en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Recuperado

de Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1091/1/T3380.pdf>

Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal. (S/F). Laboratorio de biotecnología, cultivo invitro de plátano. Recuperado de

<http://centa.gob.sv/upload/laboratorios/biotecnologia/CULTIVO%20IN%20VITRO%20DE%20PLATANO.pdf>

Fedeplacol. (S/F). Producción de semilla de plátano y banano. Recuperado de

<http://www.fedeplacol.com/wp-content/uploads/2017/10/6-PRODUCCIO%CC%81N-DE-SEMILLA-DE-PLATANO-Y-BANANO-BAJO-CAMATA-TERMICA.pdf>

Frutas y hortalizas. (1999). Plátano, musa sp. / musaceae. Recuperado de Fresh Produce Desk

Book: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Origen-produccion-Platano.html>

- García, G. (2015). *Biorreguladores para la propagación intensiva del banano williams (musa a aa simmonds) en cámara térmica" tesis para optar el grado de magister scientiae en producción agrícola, Lima (Perú)*. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/931/T007264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, S. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94*. Recuperado de Artículos Técnicos de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- ICA. (2009). *Producción y distribución de material de propagación de viveros, objetivo del ICA*. Recuperado de ICA: <https://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2009/Produccion-y-distribucion-de-material-de-propagaci.aspx>
- IPNI. (S/F). *Aplicación de fosforo en el riego por goteo*. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F4A5C9D00F57CB438525801200725CB4/\\$FILE/Art%202.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F4A5C9D00F57CB438525801200725CB4/$FILE/Art%202.pdf)
- Jardin, D. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. Recuperado de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (S/F). *Aspectos tecnológicos del plátano*. Recuperado de Ministerio de Agricultura y Ganadería: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_platano_04.pdf

Palencia, G., Gomez, R. y Martin, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano, Bucaramanga*. Recuperado de <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Cultivodelpltano.pdf>