



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE AGRÍCOLA**

**INFORME TRABAJO INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTIVIDAD DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON ENMIENDAS  
Y BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE  
PLÁNTULAS DE PLÁTANO**

**AUTORAS:**

**GEMA YUNAN PALMA VERA  
MARÍANA PAMELA ZAMBRANO CUSME**

**TUTOR:**

**ING. ANGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN, Mg. Sc.**

**CALCETA, NOVIEMBRE DE 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Palma Vera Gema Yunan**, con cédula de ciudadanía 1314649102 y **Zambrano Cusme Mariana Pamela**, con cédula de ciudadanía 1311285843, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**GEMA YUNAN PALMA VERA**

**CC: 1314649102**



---

**MARIANA PAMELA ZAMBRANO CUSME**

**CC: 1311285843**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**Palma Vera Gema Yunan** con cédula de ciudadanía 1314649102 y **Zambrano Cusme Mariana Pamela** con cédula de ciudadanía 1311285843, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de integración curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



**GEMA YUNAN PALMA VERA**

**CC: 1314649102**



**MARIANA PAMELA ZAMBRANO CUSME**

**CC: 1311285843**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo **ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN**, certifico haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO**, que ha sido desarrollado por **Palma Vera Gema Yunan** y **Zambrano Cusme Mariana Pamela**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. Ángel Frowen Cedeño Sacón, Mg. Sc

CC: 1310353121

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO**, que ha sido desarrollado por **PALMA VERA GEMA YUNAN** y **ZAMBRANO CUSME MARIANA PAMELA**, previo a la obtención de título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Galo Cedeño García, Mg. Sc

**CC:1311956831**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Sergio Zambrano Vélez, Mg. Sc

**CC:1310476773**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Cristian Valdivieso López, Mg. Sc

**CC:1717929283**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Primordialmente agradecemos a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ por brindarnos la oportunidad de una educación digna, excelente y de calidad, en donde hemos moldeado nuestros conocimientos profesionales.

A DIOS todo poderoso por ser la luz incondicional que ha guiado nuestro camino, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A nuestros padres por ser la base fundamental, el esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que invierten los padres en sus hijos. gracias a ellos somos quienes somos hoy en día, orgullosamente y con la cara muy en alto, les agradecemos por la confianza y el apoyo que desde siempre han puesto en nosotras.

Queremos expresar nuestro reconocimiento al Ing. Galo Cedeño quien, con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en esta investigación. También expresamos nuestra gratitud a nuestro tutor el Ing. Frowen Cedeño por colaboración en nuestro trabajo investigativo.

**PALMA VERA GEMA YUNAN**  
**ZAMBRANO CUSME MARIANA PAMELA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mi hermana y hermano por estar siempre presentes, acompañarme y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi esposo, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Nunca le podré estar suficientemente agradecido.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**PALMA VERA GEMA YUNAN**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va dedicado en primera instancia a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional, por la fuerza para poder continuar y no rendirme en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres por el apoyo que me brindaron en todo momento y la confianza que siempre han mantenido en mí, por ser ese soporte fundamental en especial en momentos difíciles, gracias a ustedes he llegado hasta aquí sintiéndome orgullosa y bendecida de ser su hija, pese a las adversidades me han educado con valores y las ganas de seguir adelante.

**ZAMBRANO CUSME MARIANA PAMELA**



## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>CAPITULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS, PREMISA Y/O IDEA A DEFENDER.....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO A NIVEL MUNDIAL, REGIONAL Y LOCAL. ....	5
2.2. EFECTO DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE PLÁNTULAS.....	6
2.3. USO DE BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS..	7
2.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS .....	8
2.5. ENMIENDAS.....	9
2.6. BIOCHAR.....	9

2.7. HUMATOS.....	9
2.8. TIERRA DE DIATOMEAS.....	10
2.9. SIEMBRA DE CORMO.....	10
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>12</b>
3.1. UBICACIÓN.....	12
3.2. TRATAMIENTOS, DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL .....	12
3.3. VARIABLES RESPUESTA.....	13
3.3.1. Variables respuesta en etapa de vivero.....	13
3.4. MATERIAL VEGETAL Y EXPERIMENTOS .....	14
3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	14
3.5.1. Aplicación de tratamientos en etapa de vivero.....	14
3.6. Análisis de datos.....	15
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
5.1. CONCLUSIÓN.....	23
5.2. RECOMENDACIÓN.....	23
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>35</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre la altura de plántulas de plátano en aclimatación. ....	16
<b>Figura 2.</b> Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el diámetro de tallo de plántulas de plátano en aclimatación. ....	17
<b>Figura 3.</b> Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre Biomasa radical de plántulas de plátano en aclimatación.....	18
<b>Figura 4.</b> Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el área foliar de plántulas de plátano en aclimatación. ....	19
<b>Figura 5.</b> Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el peso seco de plántulas de plátano en aclimatación. ....	20
<b>Figura 6.</b> Efecto de sustratos sobre el índice de calidad de Dickson de plántulas de plátano en aclimatación. ....	21

### TABLA

<b>Tabla 1.</b> Esquema del Análisis de varianza .....	13
--	----

## RESUMEN

El uso de sustratos y bioestimulantes son alternativas eficientes para promover un mejor crecimiento y calidad de plántula. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de sustratos enriquecidos con enmiendas y bioestimulantes en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano. Los tratamientos evaluados fueron cuatro sustratos de crecimiento de plantas (biochar, extracto de algas, humatos y tierra de diatomeas) y dos bioestimulantes (bioquímico y biológico), más un tratamiento control. Se utilizó un diseño DCA con nueve tratamientos, tres replicas y 27 unidades experimentales. Las principales variables registradas fueron longitud de biomasa radical (LBR), área foliar (AF) y peso seo de planta (PSP). Los resultados reportaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para la interacción de sustratos x bioestimulantes, donde el tratamiento a base de Tierra de diatomeas + bioestimulantes bioquímico (TD+BB) logró la mayor LBR, AF y PSP, con, 20 cm, 1992.18 cm<sup>2</sup> y 25.90 g, respectivamente, en relación a los demás tratamientos. Se concluye que la combinación de tierra de diatomeas como parte del sustrato y la aplicación de bioestimulantes de origen bioquímico, son buenas alternativas para potenciar el crecimiento de plántulas de plátano en vivero.

**Palabras claves:** Musa AAB, Sustratos, bioestimulantes, crecimiento, Plántula

## ABSTRACT

The use of substrates and biostimulants are efficient alternatives to promote better growth and seedling quality. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of substrates enriched with amendments and biostimulants on the growth and quality of plantain seedlings. The treatments evaluated were four plant growth substrates (biochar, algae extract, humates and diatomaceous earth) and two biostimulants (biochemical and biological), plus a control treatment. A DCA design with nine treatments, three replicates and 27 experimental units was used. The main variables recorded were root biomass length (LBR), leaf area (AF) and plant bone weight (PSP). The results reported significant statistical differences ( $p < 0.05$ ) for the interaction of substrates x biostimulants, where the treatment based on diatomaceous earth + biochemical biostimulants (TD+BB) achieved the highest LBR, AF and PSP, with, 20 cm, 1992.18 cm<sup>2</sup> and 25.90 g, respectively, in relation to the other treatments. It is concluded that the combination of diatomaceous earth as part of the substrate and the application of biostimulants of biochemical origin are good alternatives to enhance the growth of plantain seedlings in the nursery.

**Keywords:** Musa AAB, Substrates, biostimulants, growth, Seedling.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El plátano producido en Ecuador tiene importancia en términos alimentario, social y económico, dado que el 79% de la producción se destina al consumo interno y el 21% a exportación, lo cual genera seguridad alimentaria, empleo para 118.587 personas, y divisas para el país (Paz y Pesantes, 2013; Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017). El uso de material de siembra obtenido por regeneración natural, es el preferido por los productores de plátano; sin embargo, no garantiza la calidad sanitaria de la semilla debido a la facilidad con que se transmiten plagas y enfermedades que pueden mermar la producción, rentabilidad y vida útil del cultivo (Njau *et al.*, 2011; Jacobsen *et al.*, 2018). Otra desventaja de la regeneración natural, es la baja tasa de multiplicación por unidad biológica, lo cual se debe a la dominancia apical ejercida por la planta madre (Soto, 2006; Sajith *et al.*, 2014).

Con las diversas técnicas de propagación utilizadas en musáceas es posible obtener gran cantidad de plántulas a partir de poco material de siembra inicial, en un corto periodo de tiempo (Dzomeku *et al.*, 2014; Hanumantharaya *et al.*, 2009; Mugo *et al.*, 2013). Sin embargo, como en todo proceso de propagación vegetativa las plántulas son incapaces de soportar el trasplante directo al campo, por lo que es necesario una etapa previa de enraizamiento y aclimatación (Njukwe *et al.*, 2007; Álvarez *et al.*, 2013). En este contexto, Da Silva *et al.*, (2008) mencionan que, sin una etapa previa de enraizamiento, las plántulas experimentan altas tasas de mortalidad durante la aclimatación por lo que es necesaria una adaptación gradual (Martín *et al.*, 2009).

A pesar de que las plántulas de plátano presentan un buen desempeño durante las diferentes fases de propagación, la optimización de un proceso de adaptación mejora la supervivencia y el vigor de las mismas al sufrir menor estrés (Toledo *et al.*, 2005). Un adecuado proceso de aclimatación garantiza plantas de óptimo desarrollo y vigor, debido a que durante esta etapa las plantas desarrollan el sistema

radical y pasan de un estado dependiente o heterótrofo a uno más independiente o autótrofo (Costa *et al.*, 2006; Adriano *et al.*, 2013).

En este sentido Cetina *et al.*, (1999) mencionan que la calidad de planta está relacionada con aspectos morfo-fisiológicos que le permiten adaptarse y sobrevivir a las condiciones abióticas del sitio definitivo. Por su parte Rodríguez (2008) indica que una planta de calidad es aquella que posee características morfo-fisiológicas que le permiten aclimatarse y desarrollarse vigorosamente en el campo de plantación definitivo. Estos conceptos de calidad han llevado a los productores y viveristas a la búsqueda de la planta ideal o la calidad ideal (Birchler *et al.*, 1998).

La aplicación de bioestimulantes y enmiendas mejoradoras de sustrato como biochar, Humatos, materia orgánica y tierra de diatomeas en plántulas durante fase de aclimatación, viene siendo utilizada con la finalidad de promover el crecimiento inicial y potenciar la capacidad de adaptación de plántulas a campo definitivo (Pérez *et al.*, 2013; Du Jardín, 2015; Ramos *et al.*, 2016; Nanganoa *et al.*, 2019; Huang & Gu, 2019; Pukalchik *et al.*, 2019; Mills *et al.*, 2019; Jindo *et al.*, 2020; Qin & Leskovar, 2020). En este sentido, es de vital importancia evaluar alternativas tecnológicas que permitan mejorar el enraizamiento, crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de aclimatación. De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Será posible incrementar el enraizamiento, crecimiento y calidad de plántulas de plátano con bioestimulantes y sustratos enriquecidos con enmiendas?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Es bien conocido que plántulas de banano y plátano obtenidas a partir de procesos de macro y micropropagación, no están disponibles inmediatamente para ser llevadas a campo definitivo, razón por la cual deben de pasar un tiempo de aclimatación en vivero, donde se potencia su enraizamiento y crecimiento inicial (Molina *et al.*, 2006; Galán, *et al.* 2018). Por lo general, los viveristas tradicionalmente utilizan sustratos a base de tierra, arena y viruta de arroz para la aclimatación de

plántulas, donde generalmente se utilizan fertilizantes sintéticos compuestos como único promotor del crecimiento. Actualmente, materiales como biochar, humatos, materia orgánica algínica y tierra de diatomeas vienen siendo usados para enriquecer los sustratos utilizados tradicionales en vivero y así promover un mejor desarrollo radical y calidad de las plántulas. Así mismo, la literatura científica revela que el uso de bioestimulantes potencia las tasas de crecimiento de las plántulas durante la aclimatación (Ardisana *et al.*, 2020; Sauvu *et al.*, 2020). Sin embargo, en banano y plátano existe escasa evidencia del uso de los insumos ya mencionados para enriquecer los sustratos y potenciar el desarrollo y calidad de las plántulas en vivero, más aún a nivel regional y local donde no se evidencian trabajos relacionados y por tanto desconoce su efecto potencial sobre el enraizado, crecimiento y calidad de las plántulas en vivero. Por lo anteriormente descrito y debido a la importancia de mejorar el enraizado, crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero, la presente propuesta de investigación se justifica plenamente (Staver y Lescot. Sf).

Este proyecto se ajusta a la propuesta de Organización de Naciones Unidas en su agenda Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en su objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos y tiene como meta 8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad de sustratos enriquecidos con enmiendas y bioestimulantes en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano.

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS**



- Cuantificar el efecto de cuatro sustratos enriquecidos con enmiendas sobre, crecimiento y calidad de plántulas de plátano.
- Determinar el efecto de dos bioestimulantes sobre el crecimiento y calidad de plántulas de plátano.

#### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISA Y/O IDEA A DEFENDER**

La efectividad de los sustratos enriquecidos con enmiendas y bioestimulantes es eficaz en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano lo cual varia notablemente

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO A NIVEL MUNDIAL, REGIONAL Y LOCAL.

El plátano (*Musa AAB Simmonds*) es un producto tropical de monumental trascendencia económica y de estabilidad alimentaria en la zona centroamericana y en América Latina. El negocio mundial del plátano lo hacen esos territorios con una tradición exportadora de banano, primordialmente.

El Ecuador cuenta con relevantes productos agrícolas, y entre ellos uno de los más significativos es el plátano en sus diversas variedades, representando un 32% del negocio en el planeta. La producción de plátano representa el 3.84% del Producto Interno Bruto total de la economía ecuatoriana, y el 50% del Producto Interno Bruto agrícola nacional, enfatiza que el cultivo de plátano produce una fundamental fuente de trabajo con cerca de 400 000 plazas directas, lo cual supone que en torno al 12 % poblacional económicamente activa se beneficia de esta actividad de una u otra forma (Álvarez, *et al.*, 2020).

En el Ecuador y en particular la provincia de Manabí, el cultivo del plátano es un elemento primordial en la dieta alimenticia tanto en la zona rural como en el urbano. En la provincia hay monumentales plataneras, en especial en el cantón El Carmen, en donde se convirtió de monumental trascendencia socioeconómica debido a que la enorme mayor parte de los pobladores de este sector se dedican a su cultivo y venta en el mercado local y universal.

A partir de este criterio y basándonos en su producción, la estabilidad alimentaria y la alta demanda de empleo que produce, se hace primordial mejorar las técnicas de reproducción de esta planta, intentando encontrar tácticas que permitan aumentar la zona cultivada de este producto agrícola (Ormaza, 2017).

La mayor zona de producción de esta familia de las musáceas se conoce como el triángulo platanero, que comprende las provincias de Manabí, Santo Domingo y Los Ríos con 52.612, 14.249 y 13.376 ha, respectivamente INIAP, (2021). En la

región Norte Jama, Pedernales, El Carmen, Flavio Alfaro, y Chone microrregión con mayor porcentaje de plátano (89,53%), la región Centro Norte que es Tosagua, Bolívar, Sucre, Junín y Pichincha (con 7,03% de producción), en micro región Centro Sur como Rocafuerte, Portoviejo, Santa Ana, Olmedo, 24 de Mayo y Paján (con 3.06% de producción) (Mendoza, 2019).

## **2.2. EFECTO DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE PLÁNTULAS**

En la producción de plántulas, el uso de sustratos y reguladores de crecimiento es muy frecuente. El sustrato favorece una adecuada distribución de raíces y garantiza abastecimiento de agua, aire y nutrimentos a bajas tensiones de humedad; estos factores facilitan un rápido crecimiento y establecimiento de las plantas. El uso de reguladores de crecimiento es una práctica común para inducir la formación de raíces adventicias en la propagación vegetativa por esquejes. Se emplean principalmente auxinas ácido indol-3-acético (AIA) y ácido indol-3-butírico (AIB). El efecto por aplicación de auxinas a las plantas depende de la concentración. El proceso de enraizamiento consta de dos etapas: formación de primordios de raíz y crecimiento de raíces; ambas etapas requieren auxinas y sus necesidades dependen de la especie (Juárez *et al.*, 2020).

El uso de sustrato tiene gran importancia en el desarrollo inicial del cultivo ya que el sistema radicular se desarrolla en esta fase. Como la plántula proviene directamente de la planta madre tiene una gran exigencia nutricional que no será suplida por el sustrato, pero este debe presentar características estructurales y químicas que facilite el desarrollo de la plántula. Si se tiene un buen sustrato la planta tendrá un buen desarrollo radical y aproximadamente 8 semanas estarán listas para la siembra. El suelo que se utilice como sustrato, debe estar preferiblemente esterilizado o proveniente de lugares libres de plantas de la Familia Musaceae para evitar problemas de plagas, y además debe permitir un buen

drenaje y óptimo desarrollo radicular. Con frecuencia se preparan mezclas (1:1:1) de suelo, arena y fibra vegetal (Cobeña & López, 2018).

De acuerdo a la investigación realizada por Tchoa et al. (2016) & Mensah *et al.*, (2017) con el manejo de distintas mezclas de sustrato a base de cascarilla de arroz, aserrín y materiales orgánicos como fuente de carbono, se logró mayor desarrollo de yemas, proliferación de raíces y vigor de plántulas de musáceas. De la misma manera, alcanzo mayor desarrollo de plántulas de banano y plátano en fase de aclimatación en vivero, usando Boscachi y compost mezclado con el suelo agrícola.

### **2.3. USO DE BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS**

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades inducen al crecimiento de las plantas y su desarrollo. Estos pueden incluir fitohormonas, tales como auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido absicico y etileno (Lozada, 2017).

Las aplicaciones de bioestimulantes y biocontroladores, los cuales pueden intervenir en los procesos fisiológicos de las plantas, haciendo un uso más eficiente de los nutrientes, estimulando su desarrollo y produciendo respuestas favorables a factores bióticos y/o abióticos. Entre los bioestimulantes más comunes se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos, los aminoácidos, los quitosanos y las bacterias beneficiosas. Entre los biocontroladores, uno de los más comunes es el hongo del género *Trichoderma* (Dias *et al.*, 2020).

Por otra parte, Vásquez (2015) nos menciona que los bioestimulantes son formulaciones a base de varios compuestos químicos incluyendo hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales, y son los más conocidos y de uso común en la agricultura. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja (menos de 0,02 % o 200 ppm de cada hormona en un litro), así como también la de los demás componentes de la formulación. Los tipos de

hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas dependen del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. En general las dosis recomendadas para la aplicación de los bioestimulantes se manejan en volumen (0,5 a 1 l, de la formulación por unidad de superficie, hectárea, por ejemplo) durante el desarrollo del cultivo.

En términos generales nos menciona (Días *et al.*, 2020) que el uso de las sustancias bioestimulantes generan efectos positivos sobre el número de hojas, longitud de la raíz y peso seco de la parte radical. Se recomienda el uso de este tipo de sustancias y microorganismos para el manejo de plántulas en etapa de vivero, como estrategia de mejorar la eficiencia en el desarrollo de plantas y bioprotección de las mismas antes de ser llevadas a campo.

## **2.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS**

La calidad de las plántulas está relacionada con su probabilidad de fallecer y su potencial de aumento luego del trasplante en el campo. Plantar plántulas de buena calidad puede minimizar, en forma fundamental, los efectos de los componentes limitantes del lugar de plantación en el establecimiento y aumento inicial. O sea, la calidad de las plántulas está asociada a la capacidad fisiológica de las mismas para ajustarse a su nuevo ambiente y crecer a su mayor potencial.

Por consiguiente, el propósito del viverista es crear plántulas "de calidad", o sea con un balance conveniente de sus elementos (tallo, raíz y hojas) para poder hacer una posibilidad alta de supervivencia y buen incremento inicial luego del trasplante en campo. El viverista cuenta con una diversidad de herramientas y técnicas, como la optimización de los sustratos, densidad de cultivo, riego, poda aérea y de raíz, fertilización y uso de micorrizas para cambiar el balance de los elementos de las plántulas y conseguir que se aumenten las maneras de supervivencia e incremento de las mismas, o sea el viverista puede elaborar "plántulas de calidad".

Las propiedades de dichas plántulas varían considerablemente entre especies y están sujetas a las condiciones del lugar en que van a ser transplantadas, empero

una característica usualmente encontrada como fundamental indicador de "calidad" es el balance del tamaño de la parte aérea y la magnitud de la raíz (Negreiros *et al.*, 2010).

## **2.5. ENMIENDAS**

Según Murillo *et al.*,(2020) las enmiendas orgánicas son el producto de la transformación de residuos vegetales, animales e industriales que adicionados al suelo, tienen la capacidad de mejorar sus condiciones fisicoquímicas y biológicas, así como la productividad de los cultivos agrícolas de las principales enmiendas se encuentran los abonos verdes, lodos de depuración, bochar, adición de estiércol de diferentes animales y vermicompost.

## **2.6. BIOCHAR**

El biocarbón (biochar) es el producto de la descomposición térmica de materiales orgánicos (biomasa) con escaso o limitado suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas relativamente bajas (inferiores a los 700 °C) y que es destinado a uso agrícola, lo que hace que sea diferente al carbón usado como combustible y al carbón activado. El biocarbón es un producto factible de ser obtenido sólo donde hay suficiente biomasa disponible, tal es el caso de los subproductos de actividades agroforestales o residuos orgánicos urbanos, que pueden ser usados como materia prima. Aunque la producción de biocarbón y su aplicación al suelo son nuevas tecnologías empleadas en varias partes del mundo (Escalante *et al.*, 2016).

## **2.7. HUMATOS**

El humato potásico es un producto que se presenta en forma de polvo 100% soluble en agua, muy concentrado y que aporta materia orgánica y potasio, por lo que no solo mejora los suelos a nivel físico, químico y biológico, sino que también proporciona uno de los tres elementos primarios que toda planta necesita. Está recomendado para su disolución en el agua de preparación de caldos de fertilización y utilizarlo como los tradicionales ácidos húmicos líquidos, para aplicar al suelo a

través del sistema de fertirrigación. Con la utilización de humato potásico estamos aportando un elevado porcentaje de ácidos húmicos, y también una pequeña proporción de ácidos fúlvicos (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, 2019).

## **2.8. TIERRA DE DIATOMEAS**

La tierra de diatomeas (diatomita) pertenece al grupo de los minerales es enteramente inofensivo gracias a que pertenecen al grupo de sílices amorfas, su formación se dio por la gran acumulación de algas en los fondos de los océanos. La diferencia fundamental con respecto a otros minerales de origen silíceo es su origen biogénico por lo que su utilización en alimentación de animales. Su uso es muy amplio y variado, actúa en procesos de elaboración de balanceados al ser principalmente utilizado como agente absorbente, fertilizante, etc. indica que la tierra diatomácea presenta un sin número de usos ya que presenta propiedades de absorción, filtración y un efecto desparasitante. En este punto se debe hacer una aclaración ya que la diatomea utilizada en cultivos es de agua dulce por lo que presenta un porcentaje menor de silicio la diatomea utilizada en procesos de filtración o abrasión presenta contenidos de sílice amorfa (Verdezoto, R. 2015).

## **2.9. SIEMBRA DE CORMO**

Tradicionalmente, los cormos se obtienen de plantaciones comerciales con el propósito de producir frutas; Sin embargo, esto debe hacerse con precaución porque el constante arranque de cormo en las áreas de producción reduce significativamente el rendimiento de la fruta en las fincas.

Los productores necesitan obtener cormo de sus fincas comerciales para la producción, se recomienda arrancar los cormos seleccionando las plantas madres con características específicas basadas en el genotipo, que incluyen buena nutrición, buen tamaño y libres de enfermedades y plagas (Coto, 2009).

Los cormos grandes (más de 500 g) se pueden plantar directamente en el campo para desarrollar nuevos huertos de plátano. Sin embargo, los cormos jóvenes se

manejan de manera diferentes, en una bolsa de plástico, hasta que producen las plántulas que serán transplantadas al campo (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2021).



## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

El trabajo de investigación se desarrolló durante el año 2021 en el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) perteneciente al campus politécnico de la ESPAM “MFL” ubicado en el cantón Bolívar, cuyas coordenadas:

Latitud: 0°49'23" Sur

Longitud: 80°11'01" Oeste

Altitud: 15 msnm<sup>1</sup>.



### 3.2. TRATAMIENTOS, DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

#### ✚ FACTORES EN ESTUDIO

#### Factor A (sustratos enriquecidos)

- Sustrato enriquecido con Biochar (30 g kg<sup>-1</sup> de sustrato)
- Sustrato enriquecido con Materia Algínica Bioactiva (30 g kg<sup>-1</sup> de sustrato)
- Sustrato enriquecido con Humatos (30 g kg<sup>-1</sup> de sustrato)
- Sustrato enriquecido con Tierra de diatomeas (30 g kg<sup>-1</sup> de sustrato)

#### Factor B (bioestimulantes)

- Bioestimulante bioquímico (SB)
- Bioestimulante biológico (EM)

### Tratamiento control

- Sin sustrato enriquecidos y sin bioestimulación

El experimento se estableció con un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial  $A \times B + 1$ , con 9 tratamientos, tres repeticiones y 27 unidades experimentales. A continuación, se muestra el esquema del análisis de varianza:

**Tabla 1.** Esquema del Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	8
Sustratos	3
Bioestimulantes	1
Sustratos x bioestimulantes	3
Control vs tratamientos	1
Error experimental	18
Total	26

## 3.3. VARIABLES RESPUESTA

### 3.3.1. Variables respuesta en etapa de vivero

- **Altura de planta (cm):** Se determinó a los 60 DDT, tomando como referencia desde el nivel del sustrato hasta la V formada por las dos últimas hojas
- **Diámetro de pseudotallo (mm):** Se determinó a los 60 DDT, donde las medidas fueron registrada a nivel del sustrato

- **Área foliar (cm<sup>2</sup>):** Se determinó a los 60 DDT con la ecuación [2]:

$$\text{Área Foliar (m}^2\text{)} = LH * AH * K(0.80) * NH * K_2(0.662) \quad [2]$$

Donde:

LH = longitud de tercera hoja, AH = ancho de tercera hoja, K = factor de curvatura de Murray (1960), NH = número de hojas y K<sub>2</sub> = nuevo factor de curvatura de Kumar *et al.* (2002).

- **Longitud de biomasa radical (cm):** se registró a los 60 DDT desde el cuello del tallo hasta el ápice del conjunto de raíces principales.
- **Peso seco de planta (g):** se registró a los 60 DDT para lo cual fueron fragmentadas en pedazos pequeños y secados en estufa de ventilación forzada a 75 °C hasta alcanzar peso constante.
- **Índice de calidad de Dickson (ICD):** se estimó a los 60 DDT con la ecuación [3]

$$ICD = \frac{\text{Peso seco de plántula (g)}}{\frac{\text{Altura de planta (cm)}}{\text{Diámetro de tallo (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}}$$

### 3.4. MATERIAL VEGETAL Y EXPERIMENTOS

Se extrajeron 40 cormos de plátano obtenidos de CIIDEA, los cuales fueron pasados a cámara térmica con un sustrato base (cascarilla de arroz, arena de río y compost), estuvieron 9 semanas en la cámara térmica donde se le hacía la inducción de brotes con la finalidad de utilizarlos en los experimentos.

### 3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.5.1. Aplicación de tratamientos en etapa de vivero

Las plántulas de plátano previamente enraizadas en cámaras térmicas fueron trasplantadas a contenedores de polietileno de 6 x 9 pulgadas previamente llenadas con los sustratos enriquecidos con biochar, materia algínica bioactiva, humatos y tierra de diatomeas. Para este caso, el sustrato base fue conformado por tierra de arado + vermicompost + arena de río + cascarilla de arroz en proporción 1:1:1:1.

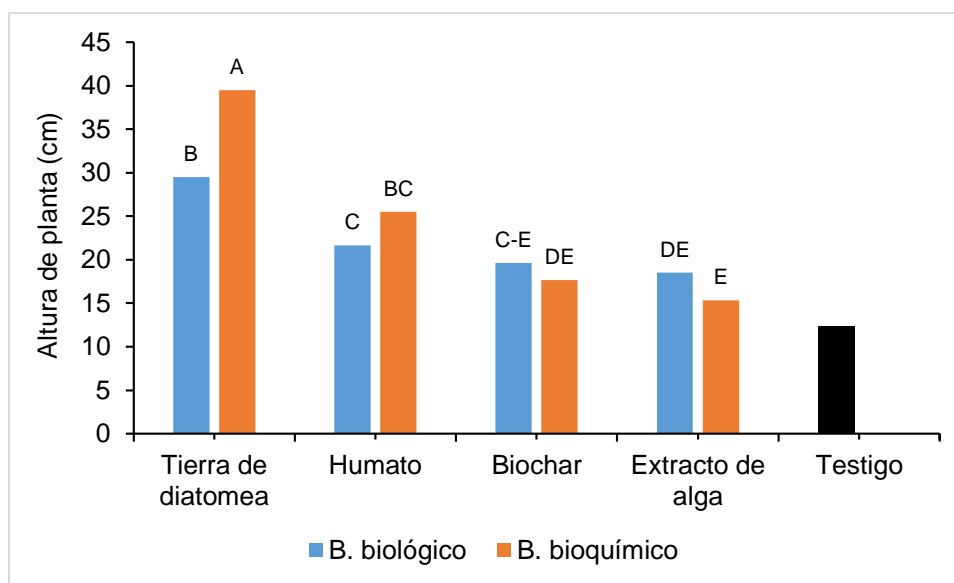
Una vez trasplantadas las plántulas de plátano en los contenedores de polietileno, estas recibieron tratamientos con los bioestimulantes propuestos en dosis de 5 mL L<sup>-1</sup> de agua, lo cual fue aplicado en drench al momento del trasplante y a los 15, 30 y 45 días. Las plantas se dejaron crecer en vivero durante 60 días.

### **3.6. Análisis de datos**

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

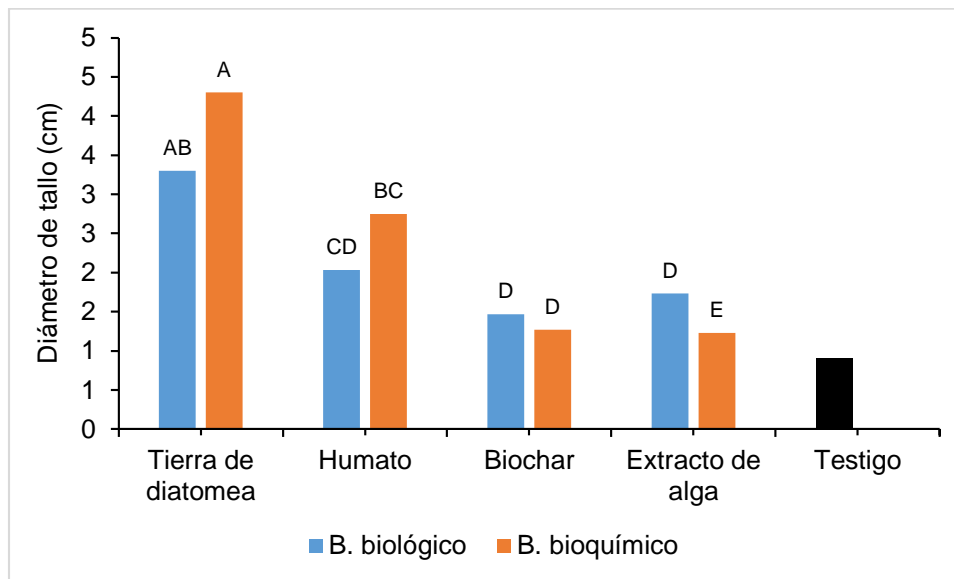
La altura de planta fue influenciada significativamente por la interacción bioestimulante x sustrato ( $p = 0.0004$ ), por el factor bioestimulante ( $0.0282$ ) y el factor sustratos ( $p < 0.0001$ ). En la **figura 1**, se muestra que el tratamiento a base de tierra de diatomeas + bioestimulante bioquímico (TD+BQ) alcanzó la mayor altura con 39,50 cm, en relación a los demás tratamientos y al tratamiento control que obtuvieron menores alturas.



**Figura 1.** Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre la altura de plántulas de plátano en aclimatación.

Estos resultados son similares a los de Ewane et al., (2019), quienes indicaron incrementos de 32 y 30% en la altura en plántulas de plátano que recibieron aplicación de bioestimulantes en vivero, en comparación al tratamiento control. Por otra parte, Mora et al., (2021) menciona que las plántulas de banano tratadas con biofertilizante y microorganismos durante fase de vivero, en comparación al tratamiento control obtuvieron incrementos de altura de planta, respetivamente. Del mismo modo, Martínez et al., (2021) reportaron mayor altura de plantas en vivero, con el uso de sustratos y bioestimulantes.

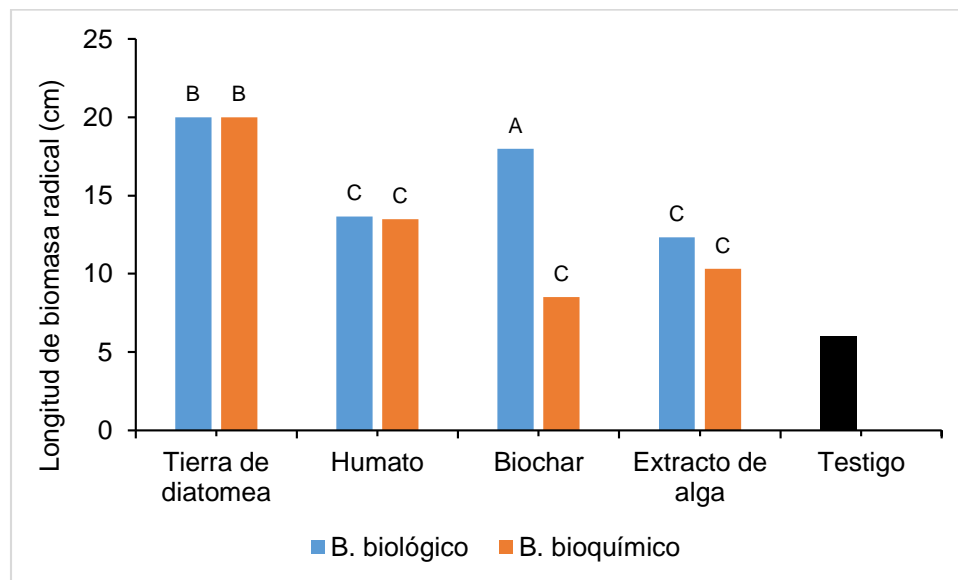
El diámetro de tallo fue afectado significativamente por la interacción bioestimulante x sustratos ( $p = 0.0200$ ) y el factor sustrato ( $p < 0.0001$ ), mientras que el factor bioestimulante no influenció significativamente esta variable ( $p = 0.1531$ ). La **figura 2**, muestra que el tratamiento a base de tierra de diatomeas + bioestimulante bioquímico (TD+BQ) alcanzó el mayor diámetro de tallo con 4.30 cm, en relación a los demás tratamientos y al tratamiento control que obtuvieron menores diámetros.



**Figura 2.** Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el diámetro de tallo de plántulas de plátano en aclimatación.

Los resultados de crecimiento de tallos, son cercanos a los reportados por Ospina y Rubiano (2019), quienes lograron mayor incremento en el desarrollo del tallo con aplicación de bioestimulantes y biofertilizantes, con relación al tratamiento testigo. Por otra parte, Héctor et al., (2020) obtuvieron resultados favorables en el crecimiento de plantas de acelga con la aplicación de enmiendas minerales a base de tierra de diatomeas, en comparación con aplicación única de fertilización NPK. Del mismo modo Ugarte et al., (2022) realizaron una investigación en donde realizaron diferentes tipos de bioestimulantes obteniendo como resultados que estadísticamente los tratamientos a los que se le aplicó bioestimulantes obtuvieron un mayor diámetro de pseudotallo en comparación con el tratamiento control.

El análisis de varianza reportó diferencias significativas para la interacción bioestimulantes x sustrato, y los factores bioestimulantes y sustratos de forma individual ( $p < 0.0001$ ). La **figura 3**, indica que los tratamientos a base de tierra de diatomeas + bioestimulante bioquímico (TD+BQ) y bioestimulante biológico (TD+BB) alcanzaron la mayor longitud de biomasa radical, con 20 cm, en relación a los demás tratamientos y al tratamiento control que obtuvieron una menor longitud radical.

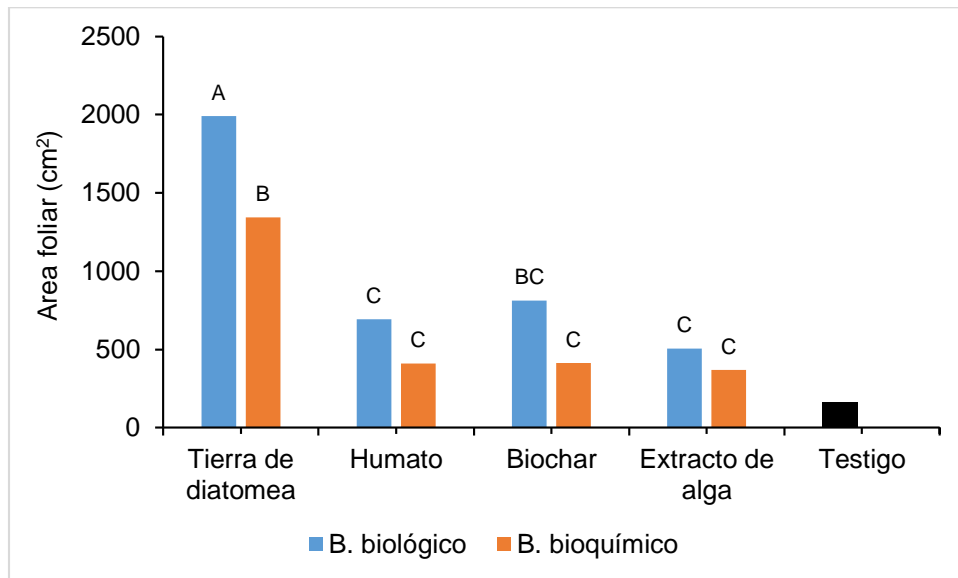


**Figura 3.** Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre Biomasa radical de plántulas de plátano en aclimatación.

Estos resultados son similares a los de Martínez et al., (2021) donde mencionan que la respuesta del desarrollo de las raíces por efecto de tratamientos de los productos utilizados y siembra en sustrato de *Trichoderma* fue altamente significativa aumentando el peso de las raíces por encima de los 40 g y resultaron superiores al resto de los tratamientos. Por otra parte, los resultados obtenidos por Martínez et al. (2021), quienes realizaron dos experimentos con sustratos, y obtuvieron incrementos significativos del crecimiento de raíces de plántulas de banano, acelerando el tiempo de aclimatación en vivero.

El área foliar fue influenciada significativamente por el factor bioestimulantes ( $p = 0.0003$ ) y el factor sustratos ( $p < 0.0001$ ), mientras que la interacción bioestimulantes

x sustratos no influenció significativamente esta variable ( $p = 0.1554$ ). La **figura 4**, muestra que el tratamiento a base de tierra de diatomeas + bioestimulante biológico (TD+BB) alcanzó la mayor área foliar con  $1992,18 \text{ cm}^2$ , en relación a los demás tratamientos y al tratamiento control que obtuvieron menor área foliar.



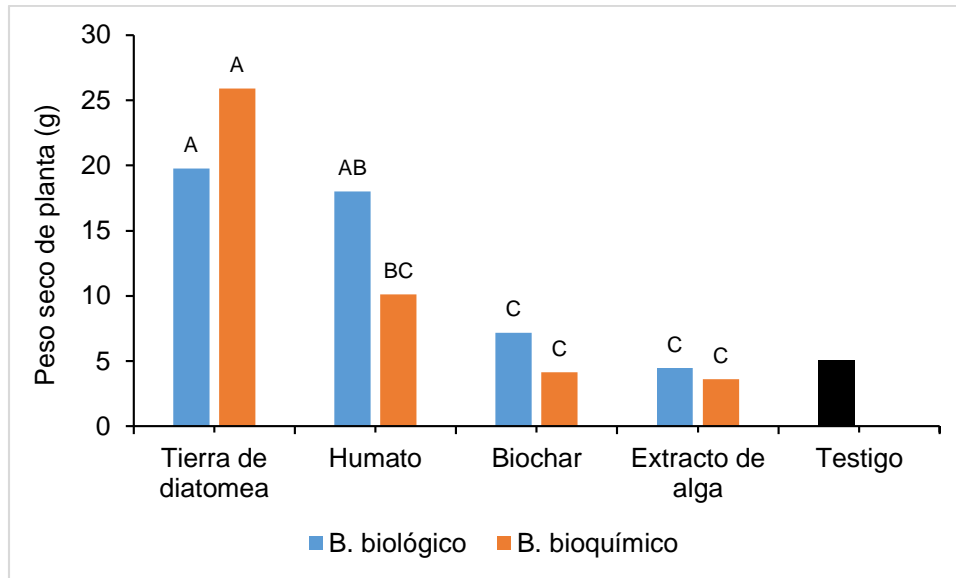
**Figura 4.** Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el área foliar de plántulas de plátano en aclimatación.

Los resultados obtenidos son similares a los alcanzados por Mora et al., (2021) lo cual mediante el análisis foliar se comprobó que los tratamientos inoculados con el consorcio de micorrizas, *T. ghanense* y el biol lograron alcanzar rangos óptimos de nutrición en nitrógeno, fósforo y potasio en la fase de vivero. Del mismo modo los resultados de Sánchez, (2020), coinciden con mayor biomasa foliar en lechuga y tomate cultivados con tierra de diatomeas, con un incremento del 16 y 26%, respecto al control. Estos resultados indican el potencial de la tierra de diatomeas como biofertilizantes, para incrementar el crecimiento de los cultivos.

El peso seco de la planta fue afectado significativamente por la interacción bioestimulante x sustratos ( $p = 0.0089$ ) y el factor sustrato ( $p < 0.0001$ ), mientras que el factor bioestimulantes no influyó significativamente esta variable ( $p = 0.2636$ ). La **figura 5**, evidencia que el tratamiento a base de tierra de diatomeas + bioestimulante bioquímico (TD+BQ) alcanzó el mayor peso seco de la planta con



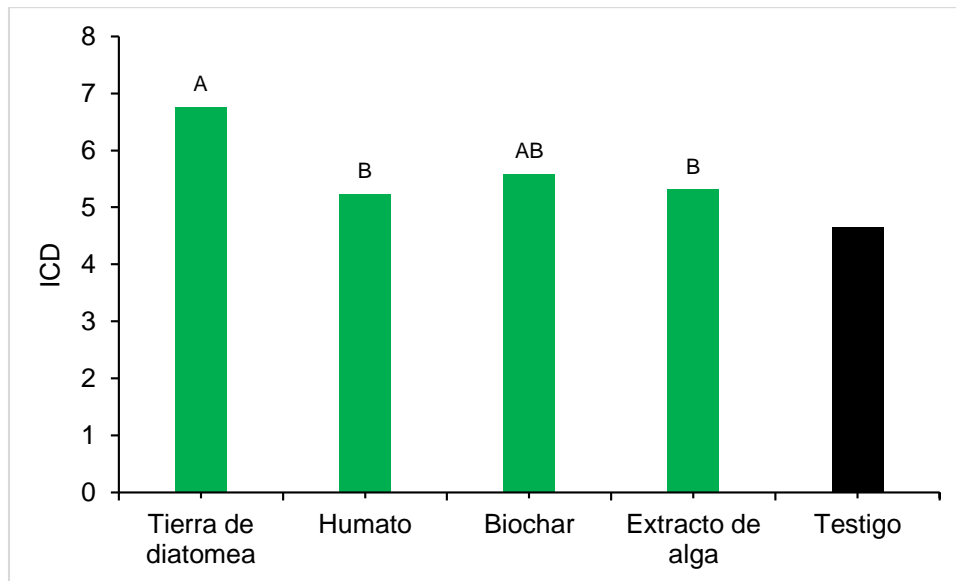
25,90 g, en contraste a los demás tratamientos y al tratamiento control que obtuvieron un menor peso seco de la planta.



**Figura 5.** Efecto de sustratos y bioestimulantes sobre el peso seco de plántulas de plátano en aclimatación.

Los resultados de peso seco de planta, coinciden con los logrados por Jaramillo, (2021), quien reportó mayor ganancia de peso en plantas de plátano tratadas con tierra de diatomeas, en relación a tratamientos controles. Por otro lado, Guédez et al., (2017) realizaron un ensayo en donde aplicaron extractos de pseudotallo y láminas foliares de plátano en diferentes dosis concluyendo que la aplicación de los extractos influyo en las variables a estudiar, resaltando que hubo un mejor peso seco de la plántula de plátano en comparación con el testigo.

El índice de calidad de Dickson (ICD) solo fue influenciado significativamente por los sustratos ( $p < 0.05$ ), mientras que el tipo de bioestimulantes y la interacción entre sustratos x bioestimulantes no afecto estadísticamente al ICD ( $p > 0.05$ ). La **figura 6**, muestra que la tierra de diatomeas (TD) fue el sustrato que logró en mayor ICD, con un incremento del 17.46, 21.45, 22.49 y 31.07 %, con relación a los sustratos biochar, extracto de alga, humato y tratamiento control, respectivamente (**Figura 6**).



**Figura 6.** Efecto de sustratos sobre el índice de calidad de Dickson de plántulas de plátano en aclimatación.

Los resultados de índice de calidad de Dickson, fueron similares a la investigación por Rodríguez y Ramírez (2006) en plántulas de banano en fase de vivero, quienes reportaron promedios de hasta 12 puntos de ICD, lo cual obtuvieron una mejor calidad de plántulas de plátano en comparación con el testigo. Del mismo modo, los resultados de ICD se asemejan a los reportados por Cedeño et al. (2021), quienes reportaron ICD mayores a 10 puntos, para plántulas de plátano de 60 días de aclimatación en vivero.

### Discusión general

Los resultados obtenidos señalaron que el uso de tierra de diatomea como sustrato y los bioestimulantes como potenciadores del crecimiento inicial, son una buena alternativa para mejorar el crecimiento y la calidad de plántulas de plátano en fase de aclimatación de vivero.

Por este motivo Mateus y Rodríguez, (2019) mencionan que se utilizan las enmiendas que contienen tierra de diatomea ya que son un mineral natural micropulverizado, producto de algas microscópicas fosilizadas que aporta con silicio asimilable para reforzar las hojas y los tallos, lo cual mejora la fotosíntesis, reduce

la evaporación de agua, controla el desarrollo del sistema radicular de forma que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico. La tierra de diatomea es una forma de silicio soluble que es asimilada por las raíces induciendo el incremento del número de tallos y retoños florales, estimulando el crecimiento de las hojas, sus macropartículas poseen nano perforaciones que tienen la capacidad de absorber líquidos y gases, reteniendo de esta forma el nitrógeno (N) que podría perderse.

El efecto de los bioestimulantes en el crecimiento de las plántulas en viveros se debe a la diversa y compleja composición química de sus sustancias bioactivas, tales como hidrolizados de proteínas, extractos de algas, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, compuestos nitrogenados, bacterias beneficiosas y agentes fúngicos, estimulan la fisiología y bioquímica vegetal, como la proporción de pigmentos fotosintéticos de las hojas (carotenoides y clorofila), mayor capacidad antioxidante, mayor crecimiento de raíces, aumento de eficiencia de nutrientes (NUE) y mayor tolerancia al estrés abiótico (Colla et al., 2015; Qin y Leskovar, 2020; Roupheal y Colla, 2020; Malik et al., 2021; Ali et al., 2021).

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIÓN**

- Los sustratos y bioestimulantes evaluados fueron efectivos para potenciar el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de aclimatación.
- La tierra de diatomeas se presenta como la mejor alternativa para ser utilizado en mezcla con sustratos en vivero de plátano.
- El bioestimulante de origen bioquímico fue más efectivo que el bioestimulante de origen biológico para incrementar el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de aclimatación.

### **5.2. RECOMENDACIÓN**

- Se recomienda el uso de tierra de diatomeas para enriquecer los sustratos utilizados en vivero de plátano, y el uso de bioestimulantes de origen bioquímico con la finalidad de obtener plántulas de plátano con mayor potencial de crecimiento y calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adriano, M., Lara, Y., Vázquez, A., Ramos, D., & Salvador, M. (2013). Uso de compost durante la etapa de aclimatación de vitroplantas de banano clon "Gran Enano" (Musa AAA). *Que hacer Científico en Chiapas*, 8(2), 61-68. [https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2013-Jul-dic/Uso\\_del\\_compost\\_.pdf](https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2013-Jul-dic/Uso_del_compost_.pdf)
- Álvarez, E., Ceballos, G., Cañán, L., Rodríguez, D., González, S., & 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) 384*, 3-20. <http://www.fao.org/3/as090s/as090s.pdf>
- Álvarez, E., León, S., Sánchez, M., & Cusme, B. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of Business and Entrepreneurial* 4 (2), 86-95. <file:///C:/Users/Pamela/Downloads/Dialnet-EvaluacionSocioeconomicaDeLaProduccionDePlatanoEnL-7888294.pdf>
- Ali, O., Ramsuhag, A., & Jayaraman, J. (2021). Biostimulan Properties of Seaweed Extracts in Plants: Implications towards Sustainable Crop Production. *Plants*, 10: 531. [doi.org/10.3390/plants10030531](https://doi.org/10.3390/plants10030531).
- Arias, J., Riaño, M., & Aristizábal, M. (2014). Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sombrero usadas en cafetales de Colombia. *Revista Cenicafé*, 65(2), 7-17. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/544/1/arc065%2802%297-17.pdf>
- Ardisana, E., Torres, A., Fosado, O., Peñarrieta, S., Solórzano, J., Jarre, V., Medranda, F., & Medranda, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador *Cultivos Tropicales*, vol. 41, núm. 4, e02

- Asociación de Española de Fabricantes de Agronutrientes. (2019). Referencia. Humato potásico como bioestimulante. Recuperado el 12 de diciembre del 2020 de: <https://aefa-agronutrientes.org/humato-potasico-como-bioestimulante#:~:text=El%20humato%20pot%C3%A1sico%20es%20un,primarios%20que%20toda%20planta%20necesita>
- Blanco, G., Linares, B., Guédez, R., Hernández, J., & Rincón, C. (2017). Efecto de diferentes dosis de extractos de plátano sobre el crecimiento de plantas in vitro del mismo cultivo en aclimatización. *Agronomía Trop.* 64(3-4), 173 – 183. <http://ve.scielo.org/pdf/at/v64n3-4/art05.pdf>
- Birchler, T., Rose, R., Royo, A., & Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Sistemas de Recursos Forestales* 7(1-2), 109-121. <https://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S1659-1321201200020000400006&pid=S1659-13212012000200004&lng=es>
- Carberry, A. (2008). Cómo medir la tasa de crecimiento de las plantas. Recuperado el 15 de julio de 2021 de: <https://es.wikihow.com/medir-la-tasa-de-crecimiento-de-las-plantas>
- Cetina, A., González, H., & Vargas, H. (1999). El manejo en vivero de *Pinus greggii* Engelm y la calidad de planta. *Agrociencia* 33(4), 423 – 430. <https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1628>
- Cedeño, G., Cedeño, G., Cargua, J., & Constante, G. (2016). Calidad de plántulas de banano (*musa aaa simmonds*.) obtenidas en cámara térmica durante fase de aclimatación. <http://sigloxxi.espam.edu.ec/Ponencias/VI/ponencias/45.pdf>
- Cedeño, G., Velásquez, S., Avellán, B., Cargua, J., & López, G. (2021). Bioestimulante en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de vivero. *ESPAMCIENCIA* 12(2), 124-130. [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i2.274](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.274)

- Cobeña, C., & López, L. (2018). Referencia. Efecto de varios sustratos sobre la proliferación de plántulas de plátano propagado en cámara térmica. Recuperado el 12 de diciembre del 2020 de: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/875/1/TTA8.pdf>
- Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., & Roupael, Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae* 196: 28-38. Doi.10.1016/j.scienta.2015.08.037.
- Coto, J., (2009). Guía para multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. Recuperado el 24 de agosto del 2022. [http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion\\_veg\\_pdfs/multiplicacion\\_rapida\\_de\\_cormos\\_de\\_platano\\_y\\_banano.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf)
- Costa, F., Pereira, J., Pereira, M., & Oliveira, J. (2006). Efeito da interação entre carvão ativado e 6 benzilaminopurina na propagação in vitro de bananeira, cv. Grand Naine (AAA). *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(2), 280-283. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/4pW89Xbny5HbSC98MzfnWdy/?lang=pt>
- Da Silva, F., Pasqual, M., Scherwinski, J., Rodrigues, F., & Yuriku, L. (2008). Relação entre o tempo de enraizamento in vitro e o crescimento de plantas de bananeira na aclimatização. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30(1), 31-37. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/dt4bXpZWmmhS7bLqZm7TMT/?lang=pt>
- Díaz, G., Rodríguez, G., Montana, L., Miranda, T., Basso, C., & Arcia, M. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes y Trichoderma sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en vivero. *Bioagro* 32(3), 195-204. DOI: <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/2787>
- Du Jardín, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3 – 14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>
- Dzomeku, D., Darkey, S., Wünsche, J., & Bam, R. (2014). Response of selected local plantain cultivars to PIBS (Plants issus de bourgeons secondaires) technique.

*Journal Plant Development*. 21(1), 117 – 123.  
<https://doaj.org/article/5accdbfc98704497a46cc20538dfc66d>.

Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana* 348(3), 367-382.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0187-57792016000300367&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792016000300367&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Ewane, C., Ndongo, F., Ngoula, K., Tene, P., Opiyo, S., & Boudjeko, T. (2019). Potential Biostimulant Effect of Clam Shells on Growth Promotion of Plantain PIF Seedlings (var. Big Ebanga & Batard) and Relation to Black Sigatoka Disease Susceptibility. *American Journal of Plant Sciences*, 10: 1763-1788. DOI: 10.4236/ajps.2019.1010125.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2021). Producción de cormos de plátano y banano para siembra directa al campo. Recuperado el 24 de agosto del 2022. <https://teca.apps.fao.org/teca/pt/technologies/8149>

Galan, V., Rangel, A., López, J., Pérez, J., Hernández, J., Sandoval, J., & Souza, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018574>

Hanumantharaya, M., Kerutagi, M., Patil, B., Kanamadi, V., & Bankar, B. (2009). Comparative economic analysis of tissue culture banana and sucker propagated banana production in Karnataka. *Karnataka Journal Agricultural Science*, 22(4), 810-815. <http://14.139.155.167/test5/index.php/kjas/article/viewFile/1507/1499>

Héctor, E., Torres, A., Fosado, O., Peñarrieta, S., Solórzano, J., Jarre, V., Medranda, F., & Montoya, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*. 41(4). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197002/html/>

Herogra Especiales. (2020). La importancia del buen enraizamiento. <https://herograespeciales.com/la-importancia-del-buen->





- Juárez, C., Aguilar, J., Bugarín, R., Aburto, C., & Alejo, G. (2020). Medios de enraizamiento y aplicación de auxinas en la producción de plántulas de fresa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), e1319, <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1319>
- Lozada, C. (2017). Referencia. Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en un cultivo establecido de fresa (*fragaria x ananassa*). Recuperado el 12 de diciembre del 2020 de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24873/1/Tesis-145%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20456.pdf>
- Malik, A., Mor, V., Tokas, J., Punia, H., Malik, S., Malik, K., Sangwan, S., Tomar, S., Singh, P., Singh, N., Himangini., Vikram., Nidhi., Singh, G., Vikram., Kumar, V., Sandhya., & Karwasra, A. (2021). Biostimulant-Treated Seedlings under Sustainable Agriculture: A Global Perspective Facing Climate Change. *Agronomy*, 11, 14. doi.org/10.3390/agronomy11010014.
- Martínez, G., Rey, J., Pargas, R., Guerra, C., Manzanilla, E., & Ramírez, H. (2021). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 808-822. <https://www.redalyc.org/journal/437/43768194008/html/>
- Martín, A., Casas, J., & Piqueras, A. (2009). Nitrogen assimilating enzymes during acclimatization of micropropagated *Musa* spp. plants. *Acta Horticulturae. (ISHS)*, 812, 421-426. [https://www.actahort.org/books/812/812\\_59.htm](https://www.actahort.org/books/812/812_59.htm)
- Mendoza, J. (2019). Efecto del desmane y aplicación de fitoreguladores sobre el tamaño y calidad post-cosecha de frutos del plátano cv. Dominico (*Musa AAB simmonds*). Calceta: ESPAM MFL.
- Mensah, E., Dzomeku, W., Amoako, P., Owusu, S., & Dapaah, H. (2017). Sucker multiplication in plantain using chicken manure as a substrate supplement. *African Journal of Plant Science* 11(5), 168-173. <https://academicjournals.org/journal/AJPS/article-full-text/8A2019D64253>

- Mills, T., Dunn, B., Maness, N., & Payton, M. (2019). Use of Diatomaceous Earth as a Silica Supplement on Potted Ornamentals. *Horticulturae* 5(21), 1 – 12. <https://www.mdpi.com/2311-7524/5/1/21>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Boletín Situacional Plátano. Recuperado el 2 de enero del 2021. Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/platano>
- Molina, G., Vielma, M., Tacoronte, M., & Briceño, M. (2006). Micropropagación de *Musa spp.* (plátano var. manzano aab) a partir de meristemas florales. *Agronomía Trop.* 56(4).  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2006000400013](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000400013)
- Mora, A., Naranjo, J., Albiño, A., Flores, J., Oviedo, R., Galarza, L., Vera, M., Painii, P. & Barcos, M. 2021. Optimización en la aclimatación de plántulas micropropagadas de banano (*Musa sp.*) utilizando tres insumos orgánicos. *Bionatura* 6(1):1452-1461. <http://www.revistabionatura.com>
- Mugo, S., Bunde, A., Korir, M., & Mudaki, J. (2013). Factors influencing tissue culture banana output and its impact on income in Nyamusi division, Nyamira North district, Kenya. *Int. J. Sci. Basic Appl. Res.* 27(2), 1-24. <http://gssrr.org/thesis/2.pdf> 629
- Murillo, S., Mendoza, A., & Fadul, C. (2020). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 58-68. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/2503>
- Nanganoa, L., Yinda, G., Ndande, E.J., Mounoumeck, P., Levai, L., Okolle, J.N., & Ngosong, C. (2019). Integrated application of banana peduncle-derived biochar and fertilizer affect soil physicochemical properties and plant nutrient uptake. *Fundamental and Applied Agriculture* 4(4): 1008–1018. [https://www.researchgate.net/publication/336453748\\_Integrated\\_application\\_of\\_banana\\_peduncle-](https://www.researchgate.net/publication/336453748_Integrated_application_of_banana_peduncle-)

derived\_biochar\_and\_fertilizer\_affect\_soil\_physicochemical\_properties\_and\_plant\_nutrient\_uptake

Negreros, P., Apodaca, M., & Mize, C. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Scielo* 16 (2). 7-8. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712010000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000200001)

Njau, N., Mwangi, M., Kahuthia, R., Muasya, R., & Mbaka, J. (2011). Macropropagation technique for production of healthy banana seedlings. *African Crop Science Conference Proceedings* 10, 469 – 472. <https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/10300/Macropropagation%20technique....pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Njukwe, E., Tenkouano, A., Amah, D., Sadik, K., Perez, M., Nyine, M., & Dubois, T. (2007). Training Manual. Macro-propagation of Banana and Plantain. Recuperado el 4 de enero del 2021. *Kampala, Uganda: USAID/IITA/CRS* de: <http://www.ina.or.id/knoma-hpsp/fruit/HPSP-09-Bahandang-cropropagationBanana-Manual.pdf>

Ospina, J., & Rubiano, J. (2019). Evaluación de bio-estimulantes en la propagación intensiva de semilla plátano Dominico Hartón en almácigo bajo cubierta plástica. Recuperado el 28 de junio del 2022. *UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26655/%20%09jaospinaf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ormaza, M. (2017). Influencia de tres niveles de carbamida sobre la inducción de hijuelos de plátano (*Musa AAB simmonds*) en el valle del río carrizal. Recuperado el 2 de enero de 2021 de: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/539/1/TA65.pdf>

Paz, R., & Pesantes, Z. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Revista Científica YACHANA* 2(2): 203-210. <http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/47>

- Pérez, R., Tapia, A., Soto, G., & Benjamin, T. (2013). Efecto del Bio-carbón sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense y el desarrollo de plantas de banano (*Musa AAA*). *Intersedes* 14(27): 66 – 100. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2215-24582013000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-24582013000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Pukalchik, M., Kydralieva, K., Yakimenko, O., Fedoseeva, E., & Terekhova, V. (2019). Outlining the Potential Role of Humic Products in Modifying Biological Properties of the Soil—A Review. *Front. Environ. Sci* 7(80). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2019.00080/full>
- Qin, K., & Leskovar, D. (2020). Humic Substances Improve Vegetable Seedling Quality and Post-Transplant Yield Performance under Stress Conditions. *Agriculture* 10(254), 1 – 18. <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/7/254>
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G., & Fernández, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *SciELO* 37(2), 165-174. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362016000200020&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362016000200020&lng=es&nrm=iso)
- Rodríguez, A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. México, DF. UACH-ANCF. 156 p. <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9789687462530/indicadores-de-calidad-de-planta-forestal>
- Rodríguez, G., & Ramírez, H. (2006). Efecto de diferentes sustratos y dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de banano (*Musa AAA*) en etapa de vivero. En: Soprano, E., Adami, F., Lichtemberg, L., y Silva, M. (Editores), XVII REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT 2006, Bananicultura: um negócio sustentável, Joinville –Santa Catarina –BRASIL.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front. Plant Sci.* 11:40. doi: 10.3389/fpls.2020.00040.
- Sajith, K.; Uma, S., Saraswathi, M., Backiyarani, S., & Durai, P. (2014). Macropropagation of banana - Effect of bio-fertilizers and plant hormones. *Indian J. Hort.* 71(3), 299-

305.

<https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/1171/1/Macropropagation.pdf>

Sánchez, E. (2020). Ensayo para la mejora de estreses abióticos y bióticos con tierra de diatomeas. *InnoPlnat Tecnologia e investigacion agrícola*. 1, 178-189. [https://www.ecotierradediatomeas.es/wp-content/uploads/2020/06/Informe\\_Eco\\_Tierra\\_de\\_Diatomeas.pdf](https://www.ecotierradediatomeas.es/wp-content/uploads/2020/06/Informe_Eco_Tierra_de_Diatomeas.pdf)

Sauvu, C., Nápoles, M., Falcón, A., Lamz, A., & Ruiz, M (2020). Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) Cultivos Tropicales, 41(3), e02

Soto, M. (2006). Renovación de plantaciones bananeras, un negocio sostenible, mediante el uso de umbrales de productividad, fijados por agricultura de precisión. *Fundación Social de Unibán, Colombia Sistema de Información Organizacional Fundaunibá*.1, 178-189. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNIBA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007054>

Staver, S., & Lescot, T. (Sf). Practicas clave para para las musáceas. Guía ilustrada. [https://agritrop.cirad.fr/576540/1/La\\_propagacion\\_de\\_material\\_de\\_siembra\\_de\\_calidad\\_para\\_mejorar\\_la\\_salud\\_y\\_productividad\\_del\\_cultivo\\_1893.pdf](https://agritrop.cirad.fr/576540/1/La_propagacion_de_material_de_siembra_de_calidad_para_mejorar_la_salud_y_productividad_del_cultivo_1893.pdf)

Tchoa, K., André, S., Zana, C., Siaka, T., Daouda, K., & Mongomaké, K. (2016). Effects of substrates, weight and physiological stage of suckers on massive propagation of plantain (*Musa paradisiaca* L.). *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH* 4(1), 1-13. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/editor-01-ijrg16-a01-24.pdf

Toledo, M., Nietsche, S., Cabral, A., Ferreira, C., De Lima, C., Dias, V.k, Panicalle, B., Batista, D., & Koji, M. (2005). Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira sob diferentes condições de luminosidade. *Rev. Scielo Brasil*. 27(2), 238-240. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/qGDn76pdJpW3c93BVGF38Gw/abstract/?lang=pt>

- Ugarte, F., Zhiñin, I., & Hernández, R. (2022). Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa AAA cv. Williams*). *Terra Latinoamericana*. 40, 1-8. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>
- Vargas, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). Cultivo de banano. Recuperado el 15 de julio de 2021 de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>
- Verdezoto, R. (2015). Evaluación de la eficiencia de la tierra de diatomeas como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales en bovinos de engorde en la estación experimental FÁTIMA. Trabajo de titulación, ESPOCH. Dspace-ESPOCH. de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5368/1/Tesis.pdf>
- Vézina, A. & Baena M. (2020). Morfología de la planta del banano. Recuperado el 15 de julio de 2021 de: <https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Villalón, H., Ramos, J., Vega, J., Marino, B., Muños, M., & Garza, F. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby Trel.* (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 12 (1), 46-52. <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n1-5-indicadores-de-calidad-de-la-planta-de-quercus-canby-Trel-encino-en-vivero-forestal.pdf>

# **ANEXOS**



## Condiciones de clima

Años	Humedad Relativa (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Evaporación (mm)	Precipitación (mm)	Recorrido del viento (km/hora)	Heliofanía (Horas sol)
2011	80,9	30,7	21,5	26	1739,5	527,9	498,5	1324,5
2012	82,9	30,4	22	26	1397,7	1638,9	547,7	1182,9
2013	83,8	29,9	21,7	25	1341,4	962,4	632,4	1026,8
2014	82	30,7	21,2	26	1269,6	777,3	555,3	925,2
2015	82,3	31,4	22,3	27	1323,7	992,7	519	1134,7
2016	80,3	31,2	22,1	26	1291,1	953,4	583,8	1118,5
2017	83,5	30,7	22,1	26	1207,7	1338,9	615,2	1079,5
2018	81,4	30,7	21,4	26	1256,3	782,6	570,2	1109,8
2019	84,3	30,6	21,3	26	1182,7	979,9	557,5	966,8
2020	83,3	31,5	21,7	27	591,1	565	466,8	497,5
2021	84,3	31,1	20,7	27	324,3	1045,8	2031,4	387
Media	82,6	30,8	21,6	26,2	1175,0	960,4	688,9	977,6

Fuente: Estación meteorológica ESPAM "MFL"



**Anexo 1:** Preparación de sustrato base y siembra de cormos en cámara térmica.



**Anexo 2:** Corte de brotes.



**Anexo 3:** Sustratos enriquecidos.



**Anexo 4:** Bioestimulantes químico y biológico.



**Anexo 5:** Plántulas de plátano en contenedores de polietileno



**Anexo 6:** Registro de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de biomasa radical, longitud de hoja, ancho de la hoja y número de hojas.



**Anexo 7:** Registro de peso seco de la hoja, peso seco de la planta y peso seco de la raíz.