



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

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÍCOLA**

**MODALIDAD:  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE LA TASA DE  
CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO  
(*Musa AAB* Simmonds) EN VIVERO**

**AUTORES:  
JEFERSON FABIÁN VÉLEZ HIDALGO  
LEONELA MARILÚ MURILLO PÁRRAGA**

**TUTOR:  
ING.GALO CEDEÑO GARCÍA M.Sc.**

**CALCETA, DICIEMBRE 2019**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

JEFERSON FABIÁN VÉLEZ HIDALGO y LEONELA MARILÚ MURILLO PÁRRAGA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito 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 cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

-----  
**JEFERSON VÉLEZ HIDALGO**

-----  
**LEONELA MURILLO PÁRRAGA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA** certifica haber tutelado el proyecto **EFFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) EN VIVERO**, que ha sido desarrollada por **JEFERSON FABIÁN VÉLEZ HIDALGO Y LEONELA MARILÚ MURILLO PÁRRAGA**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

-----  
**ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA M.Sc.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) EN VIVERO**, que ha sido propuesta, desarrollada por **JEFERSON FABIÁN VÉLEZ HIDALGO Y LEONELA MARILÚ MURILLO PÁRRAGA**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

-----  
**ING. FREDDY W. MESÍAS GALLO M.Sc**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

-----  
**ING. ÁNGEL F. CEDEÑO SACÓN M.Sc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

-----  
**ING. GONZALO CONSTANTE TUBAY M.Sc**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseado. A nuestros padres: Hilario Vélez y María Hidalgo; y, Ángel Murillo y Narcisa Párraga, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A los Catedráticos de la Carrera de Ingeniería Agrícola que en el transcurso de nuestro paso estudiantil nos guiaron y brindaron siempre su apoyo incondicional.

De manera especial al Ing. Galo Alexander Cedeño García, tutor de nuestra tesis quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación, además de su apoyo a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A todas y cada una de las personas cuya colaboración ha sido importante en el desarrollo de este trabajo.

**JEFERSON VÉLEZ HIDALGO**

**LEONELA MURILLO PÁRRAGA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser la luz de mi vida, Por hacer de mí una persona de bien y por darme fuerzas para salir adelante.

A mis queridos Padres Hilario Vélez y Auxiliadora Hidalgo por haber sido el pilar fundamental a lo largo de mi carrera profesional haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

A mis tías Norma Hidalgo y Quinche Hidalgo, a quienes quiero como madres de corazón, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en todo momento cuando necesite de ellas.

A mis hermanos Yulexy, Diego quienes han sido mi inspiración para ser cada día mejor, a mi hermana de corazón Lic., Nataly Zambrano por ser esa hermana mayor que ha sabido guiarme, pero sobre todo apoyarme en cada uno de mis pasos.

A mi abuelita Emérita Vera, por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida, por ser el ejemplo de salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

**JEFERSON VÉLEZ HIDALGO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres Ángel Murillo y Narcisa Párraga, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

A mis hermanos, Angélica, Alfredo, Jorge, Vanessa a mi sobrina Keina Burgos, mi tía Aura Párraga, primas Joselin Y Katty García y mi cuñado Wilson Burgos por estar siempre presentes, acompañándome, apoyándome y por haber fomentado en mí el deseo de superación.

A mis tíos, abuelos y familia en general que en todo momento han estado a mi lado brindándome su cariño.

**LEONELA MURILLO PÁRRAGA**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS .....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
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. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis .....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Importancia socio-económica de las musáceas en el mundo, américa y el ecuador.....	4
2.2. Calidad de plántula .....	5
2.3. Tipos de calidad de plántula .....	6
2.4. Indicadores, criterios o parámetros de calidad de plántulas .....	6
2.5. Índices de calidad más utilizados .....	7

2.5.1. Índice de vigor o esbeltez.....	7
2.5.2. Índice de calidad de dickson .....	8
2.5.3. Relación biomasa aérea/biomasa radical.....	8
2.6. Biorreguladores.....	9
2.6.1. Generalidades de los biorreguladores.....	9
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	10
3.1. Ubicación.....	10
3.2. Duración del trabajo .....	10
3.3. Material vegetal.....	10
3.4. Tratamientos.....	10
3.5. Aplicación de tratamientos.....	11
3.5. Diseño experimental.....	11
3.6. Análisis de datos .....	11
3.7. Variables respuestas.....	11
3.7.1. Variables respuestas de crecimiento .....	11
3.7.2. Variables respuestas de calidad.....	11
3.7.3. Variables respuesta del desarrollo radical.....	12
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	19
5.1. Conclusiones .....	19
5.2. Recomendaciones .....	19
BIBLIOGRAFÍA .....	20
ANEXOS .....	25

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

**TABLA 1** . Efecto de biorreguladores sobre el índice de calidad de dickson en plántulas de plátano cv. barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019. .... 14

**TABLA 2**. Efecto de biorreguladores sobre el peso seco de biomasa en plántulas de plátano cv. barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019. .... 15

**TABLA 3**. Efecto de biorreguladores sobre las tasas de desarrollo radical en plántulas de plátano cv. barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019. .... 15

**FIGURA 1**. Efecto de biorreguladores sobre la tasa relativa de crecimiento (trc) en plántulas de plátano cv. barraganete en vivero. chone, ecuador, 2019. .... 16

**FIGURA 2**. Efecto de biorreguladores sobre la tasa de asimilación neta (tan) en plántulas de plátano cv. barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019. .... 16

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue probar el efecto de biorreguladores sobre la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano (*Musa AAB* Simmonds) en vivero. El experimento se desarrolló en la parroquia Canuto del cantón Chone desde mayo a octubre del 2019. Los tratamientos evaluados fueron T<sub>1</sub>: Aminoácidos, T<sub>2</sub>: Extractos de alga, T<sub>3</sub>: Trihormonal, T<sub>4</sub>: Aminoácido + extracto de alga, T<sub>5</sub>: Aminoácido + trihormonal, T<sub>6</sub>: Extracto de alga + trihormonal, T<sub>7</sub>: Aminoácido + extracto de alga + trihormonal y T<sub>8</sub>: Testigo absoluto. Se utilizó un diseño completamente al azar con ocho tratamientos, tres replicas y 24 unidades experimentales. Las principales variables registradas fueron tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), peso seco de biomasa (PS) e Índice de calidad de Dickson (ICD) a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los biorreguladores. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y la separación de medias con Tukey al 5% de probabilidades de error. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para peso seco de biomasa e Índice de calidad de Dickson donde la combinación de biorreguladores a base de Extracto de alga + trihormonal mostró los mayores promedios con 55.32 g y 2.92, respectivamente. Así mismo este tratamiento tiende a mejorar las tasas de crecimiento relativo (TRC) y la tasa de asimilación neta (TAN). Los biorreguladores fueron eficaces para promover el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero.

### Palabras claves:

Bioestimulantes, crecimiento, *Mussa AAB*, casa de cultivo.

## ABSTRACT

The objective of the research was to test the effect of bioregulators on the growth rate and quality of banana seedlings (*Musa AAB* Simmonds) in nursery. The experiment was carried out in Canuto parish Chone canton from May to October 2019. The treatments evaluated were T1: Amino acids, T2: Algae extracts, T3: Trihormonal, T4: Amino acid + algae extract, T5: Amino acid + trihormonal, T6: Algae + trihormonal extract, T7: Amino acid + algae extract + trihormonal and T8: Absolute control. A completely randomized design with eight treatments, three replicas and 24 experimental units was used. The main variables recorded were relative growth rate (CRT), net assimilation rate (NAR), dry biomass weight (PS) and Dickson Quality Index (DCI) at 15, 30, 45 and 60 days after application of bioregulators. The data were subjected to analysis of variance and the separation of means with Tukey at 5% probability of error. The results showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for dry biomass weight and Dickson Quality Index where the combination of bioregulators based on algae + trihormonal extract showed the highest averages with 55.32 g and 2.92, respectively. This treatment also tends to improve the relative growth rates (CRT) and the net assimilation rate (NAV). The bioregulators were effective in promoting the growth and quality of banana seedlings in nursery.

### Keywords:

Biostimulants, growth, *Musa AAB*, crop house.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según estadísticas oficiales, existen establecidas en el Ecuador 151441 ha<sup>-1</sup>, de las cuales la mayor parte se encuentran en el territorio de la provincia de Manabí, donde se reportan 50376 ha<sup>-1</sup> (33%), seguida de las provincias de Santo Domingo, Esmeraldas, Guayas y Los Ríos con 18980, 12034, 10820 y 10313 ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo, 2015). Las principales variedades explotadas en el país son Dominico y Barraganete, de las cuales la más difundida en el territorio es Dominico que se destina mayoritariamente al consumo nacional, mientras que el Barraganete se lo destina en su mayoría a la exportación (Armijos, 2008).

Ecuador registra bajos rendimientos del cultivo, con apenas 5 t ha<sup>-1</sup> en comparación con nuestros principales competidores en el mercado internacional, como son Costa Rica y Colombia, quienes alcanzan rendimientos promedios de 11 y 8 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2015). Dentro del litoral Ecuatoriano, Manabí es la provincia que registra el menor rendimiento, con tan solo 4.5 t ha<sup>-1</sup>, mientras que Guayas y Los Ríos los rendimientos promedios son 7 y 6 t ha<sup>-1</sup> (INEC, 2015). Esto es debido a que de las 50376 ha<sup>-1</sup> que registra Manabí, tan solo alrededor de 5000 ha<sup>-1</sup> (5%) reciben riego y fertilización, mientras que el restante 95% de la superficie platanera no recibe estas prácticas agrícolas, es decir se las cultiva bajo condiciones de secano (INEC, 2015).

La calidad de la planta es uno de los componentes más importantes de los que depende el éxito de la restauración de una cubierta vegetal. Está determinada por sus características genéticas, sanitarias, morfológicas y fisiológicas (Villar, 2003). En Ecuador, durante los últimos años se ha venido estableciendo y renovando nuevas y viejas plantaciones de banano y plátano. Sin embargo, una limitante que actualmente enfrentan los pequeños productores al momento de renovar o establecer nuevas áreas de cultivo, es la escasez de semilla de buena calidad, disponible para la nueva plantación (Cedeño, 2015).

La baja producción está en función de varios factores entre los cuales la calidad de plantas es muy importante debido a que los productores usan material tradicional de mala calidad fisiológica genética y fitosanitaria, en este sentido varios autores han demostrado que fortalecer la plantas en vivero con biorreguladores ayuda a mejorar la tasa de crecimiento del cultivo y su calidad, lo cual se va a reflejar en un mejor comportamiento al trasplante.

Actualmente en Manabí no existe información sobre el tema por lo cual se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Puede el uso de biorreguladores incrementar la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Manabí se constituye en la actualidad en una de las principales provincias productoras de plátano en el Ecuador, convirtiéndose en una actividad agrícola de gran importancia económica, por los ingresos que genera la comercialización de esta fruta en el mercado nacional e internacional.

El Carmen ubicado al noreste de la provincia de Manabí, se considera el mayor productor de esta musácea, ya que experimenta el 95% del plátano exportable (Armijos, 2008). Semanalmente se exportan 140000 cajas de clase A (50 libras) y 60000 cajas clase B (80 libras)<sup>1</sup>. Además, la actividad platanera en este cantón, genera trabajo para 25040 plazas de trabajo, de las cuales 7691 son permanentes y 17349 son ocasionales (Jumbo, 2010). Otras zonas como los valles de los ríos Carrizal y Chone cada vez comienzan a ser más representativos en la producción de plátano, tanto para comercio local e internacional. Sin embargo, es importante puntualizar que, a nivel de los países productores de esta fruta, la producción está muy por debajo de la media a nivel regional.

Esta perspectiva nos conlleva a obtener plántulas de mejor calidad, fortalecidas y vigorosas, lo cual se va a reflejar en una buena producción posterior en

---

<sup>1</sup> FENAPROPE (Federación Nacional de Productores de Plátano del Ecuador).

campo, como lo señalan Benítez, Aldrete, Vargas y López (2006). Estos autores agregan que para potencializar la calidad de plantas se están fortaleciendo en vivero con la aplicación de biorreguladores, la cual es una técnica utilizada desde tiempos remotos; en la actualidad existen una serie de compuestos, los cuales tienen actividad metabólica definida y nos dan la posibilidad de obtener plantas con una mayor calidad, productividad, así como plantas más sanas, bajo las condiciones de Manabí no se han realizado trabajos relacionados a efecto de biorreguladores sobre la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero por lo tanto el trabajo se justifica plenamente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Probar el efecto de biorreguladores sobre la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano (*Musa AAB Simmonds*) en vivero.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de varios biorreguladores sobre la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero.
- Establecer el efecto combinado de varios biorreguladores sobre la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero.

### **1.4. HIPÓTESIS**

La tasa de crecimiento y la calidad de plántulas de plátano en vivero varían con los biorreguladores y sus combinaciones

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. IMPORTANCIA SOCIO-ECONÓMICA DE LAS MUSÁCEAS EN EL MUNDO, AMÉRICA Y EL ECUADOR**

A nivel mundial, el banano y el plátano representan importantes rubros en términos económicos para la mayoría de países productores, puesto que generan ingresos de divisas y constituyen fuentes permanentes y transitorias de trabajo para una parte de la población. Además, contribuyen con la seguridad y soberanía alimentaria de países en vía de desarrollo, ya que son alimentos básicos en la dieta diaria de millones de personas, tanto como alimento fresco, de cocción y procesado, ya que junto a las raíces y tubérculos aportan alrededor del 40% de la oferta de alimentos ricos en energía (Arias, Dankers, Liu, y Pilkauskas, 2004; Ruíz y Ureña, 2009; Loeillet, 2012).

Hasta el año 2004 se estimaba que a nivel mundial existían 9 millones de hectáreas, con una producción promedio de 99 millones de toneladas entre banano y plátano, de las cuales 78 millones corresponden solo a banano, y de estas cifras alrededor de 16,2 millones de toneladas se exportan, quedando el resto para el autoconsumo (Arias *et al.*, 2004).

En cuanto a la producción y consumo mundial de plátano, en el año 2007 Uganda se posesionó en el primer lugar con 9.2 millones de toneladas que equivalen al 27.2% de la producción total, seguido de Nigeria, Ghana y Colombia con 8.8, 8.6 y 8.2%, respectivamente. Los países africanos lideran la producción y consumo total del plátano con 24.7 millones de toneladas que equivalen al 72%, Sudamérica y el Caribe con 25% y Asia con 3%. Dentro de la región Sudamericana el 18% de la oferta mundial del plátano equivalente a 6.11 millones de toneladas se produce principalmente en Colombia y Perú con 2.8 y 1.8 millones de toneladas, respectivamente (Ruíz y Ureña, 2009).

En América Latina y el Caribe, según cifras oficiales, existen un total de 1'224.707 y 937.203 hectáreas de banano y plátano, respectivamente, con una producción de 27'859.203 toneladas para banano y 8'531.308 toneladas para plátano (FAOSTAT, 2013). Por su parte, Ecuador cuenta actualmente con

210.110 ha<sup>-1</sup> de banano, las cuales representan el 10% de superficie agrícola nacional, con un volumen de producción de 7'427.776 toneladas, siendo junto con Brasil los mayores productores de banano en el continente americano (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013; FAOSTAT, 2013). Por otra parte, Ecuador hasta el año 2012 exportó un total de 2'078.239.38 millones de dólares por concepto de divisas y 5'196.065.09 millones de toneladas ubicando al banano como el primer producto de exportación del sector privado del país y uno de los principales contribuyentes al fisco (PRO ECUADOR, 2013).

## **2.2. CALIDAD DE PLÁNTULA**

Existen varios conceptos de calidad por parte de varios autores. En este sentido Ortega *et al.* (2006) mencionan que la calidad de las plántulas está relacionada con su posibilidad de morir y su potencial de crecimiento después del trasplante en el campo. Sembrar plántulas de buena calidad puede reducir, en forma importante, los efectos de los limitantes del sitio de plantación en el establecimiento y crecimiento inicial.

Rojas (2010), 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. 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. Para Negreros, Apodaca y Mize (2010) El trasplante en campo es una de las verdaderas pruebas de calidad a la que las plántulas se pueden someter.

Estos conceptos de calidad han llevado a los productores y viveristas a la búsqueda de la planta ideal o la calidad ideal. En este aspecto Trejo, Zulueta y Lara (2008) mencionan que del viverista es producir plántulas "de calidad", es decir con un balance adecuado de sus componentes (tallo, raíz y hojas) para lograr una probabilidad alta de supervivencia y buen crecimiento inicial después del trasplante en campo. El viverista cuenta con una variedad de herramientas y técnicas, como la mejora de los sustratos, densidad de cultivo, riego, poda

aérea y de raíz, fertilización y uso de micorrizas y biorreguladores.

### **2.3. TIPOS DE CALIDAD DE PLÁNTULA**

La calidad de una planta es el resultado de cuatro componentes básicos como son: Calidad genética, morfológica, fisiológica y sanitaria (Villar, 2003; Serrada, Navarro y Pemán 2005). La calidad genética hace referencia a la procedencia del material de siembra, dado que el mismo debe proceder de parentales superiores con características fenotípicas deseables, las cuales deben ser heredadas y correspondientes a su genotipo (Quiroz, Flores, Pincheira y Villarroel, 2001).

La calidad morfológica y fisiológica de una planta es dependiente de sus atributos genéticos y se refiere a los estados que pueden adoptar un conjunto de caracteres funcionales más o menos plásticos relacionados con la economía hídrica, estado nutricional y la capacidad de formar estructuras que caracterizan su morfología, además de tolerar factores abióticos que le permitirán adaptarse de mejor manera en el campo (Villar, 2003; Meza, Ruíz y Navejas, 2009; Rodríguez, 2008). Por último, la calidad sanitaria tiene que ver con la presencia de fitoparásitos que puedan reducir su futuro desarrollo, por lo cual hay que procurar que el material de siembra sea completamente sano (Villar, 2003; Serrada *et al.*, 2005).

### **2.4. INDICADORES, CRITERIOS O PARÁMETROS DE CALIDAD DE PLÁNTULAS**

Para la determinación de la calidad de una planta próxima a ser trasplantada al campo definitivo, se utilizan parámetros fenotípicos denominados morfológicos y parámetros internos de planta que se denominan fisiológicos (Gomes, Couto, Leite y García, 2002). Los indicadores que ayudan a determinar de manera fácil la calidad morfológica de la planta son: altura, diámetro del cuello de la raíz y el peso seco total. Estas variables, correlacionadas a través de índices, describen las principales características que tiene la planta, así como los factores que influyen en la calidad de la misma producida en cada vivero. En la calidad de planta, el análisis foliar para determinar contenido de nutrimentos, ayuda a

entender de manera clara la calidad morfológica de la planta, ya que permite conocer su fisiología (Orozco *et al.*, 2010).

Cañal, Rodríguez, Fernández, Sánchez y Majada (2001), señala que debido al gran número de variables morfológicas y fisiológicas ya sean cuantitativas o cualitativas, se hace difícil seleccionar una variable específica e interpretar la calidad de una planta, razón por la cual a partir de la caracterización morfo-fisiológica se han generado índices que estiman la calidad de una planta, mediante valores numéricos fácil de obtener tales como el índice de vigor o esbeltez, índice de calidad de Dickson, relación parte aérea/radical, área foliar específica, etc., los cuales han dado la pauta para el establecimiento de estándares de calidad en vivero. En este sentido un índice de calidad de Dickson es la combinación de dos o más parámetros morfo-fisiológicos que describe atributos abstractos de las plantas como son el balance y el vigor, y determina el valor más aproximado en la predicción del comportamiento y rendimiento de la planta en campo, en comparación con lo que determine cualquier parámetro individual.

## **2.5. ÍNDICES DE CALIDAD MÁS UTILIZADOS**

Rueda *et al.* (2014), comenta que entre los índices más utilizados para evaluar la calidad de una planta en vivero son: Índice de vigor o esbeltez, índice de calidad de Dickson y relación parte aérea/radical.

### **2.5.1. ÍNDICE DE VIGOR O ESBELTEZ**

Toral (1997), señala que es definido como la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del tallo (mm) y se obtiene al dividir la altura sobre el diámetro. A menor índice la planta es más vigorosa y por lo tanto de mayor calidad, por lo contrario, valores altos indican que la planta es más esbelta y menos fuerte al producirse desproporción entre la altura y el diámetro.

Este índice sea menor a 6, dado que por encima de este valor la planta puede sufrir daño por vientos y sequía. Por lo tanto, estima el grado de resistencia mecánica de las plantas a factores abióticos adversos (Rojas, 2010).

### 2.5.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON

Este parámetro fue propuesto por Dickson, Leaf y Honser (1960), el cual permite evaluar la calidad de la planta a través de la integración de características morfológicas y fisiológicas, tales como el peso total de la planta, el índice de vigor o esbeltez y la relación entre parte aérea/radical, por lo tanto es una medida integral del vigor de la planta, donde valores altos de este índice representan una mejor calidad, indicando así una mayor potencialidad de adaptarse y desarrollarse en un ambiente particular. La fórmula de Dickson se expresa matemáticamente de la manera siguiente:

$$\text{ICD} = \frac{\text{Peso seco biomasa total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}}$$

### 2.5.3. RELACIÓN BIOMASA AÉREA/BIOMASA RADICAL

Una planta de calidad debe presentar una relación biomasa aérea /radical lo más baja posible para asegurar su sobrevivencia en campo (Rodríguez, 2008).

Méndez (2003), comenta que es el balance entre la parte transpirante y la parte absorbente, y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Una planta de calidad debe presentar una relación biomasa aérea/radical lo más baja posible para asegurar su sobrevivencia en campo.

Herrera y Colonia (2011), señala en este sentido, valores bajos de parte aérea/raíz indican una mayor capacidad para superar el momento crítico del arraigo, por lo que se verá favorecida la absorción de agua frente a las pérdidas, lo cual es una condición favorable para zonas secas. Esto debido a que una relación parte aérea/raíz baja indica que las raíces son abundantes con respecto al follaje y por lo tanto habrá mayor capacidad para evitar o soportar la deficiencia hídrica.

## **2.6. BIORREGULADORES**

### **2.6.1. GENERALIDADES DE LOS BIORREGULADORES**

Las hormonas vegetales o Biorreguladores de crecimiento fueron descubiertas en el siglo 19 y divulgadas por Charles Darwin. Estas hormonas intervienen en los procesos crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación (González, 2010).

Son formulaciones a base de compuestos hormonales naturales y/o sintéticos, para aplicarlos a las plantas y manipular sus eventos fisiológicos. Contienen uno o dos compuestos hormonales, cuya acción fisiológica está muy definida para cada evento o proceso fisiológico. Aun cuando se conoce que los eventos fisiológicos se regulan por el balance de varias hormonas, está establecido que para ciertos eventos hay una o dos hormonas protagonistas o especialistas de ese evento. (citocininas hacia división celular, etileno hacia maduración, etc.). (Díaz, 2009).

Cuando se aplican los biorreguladores debe tenerse definido el objetivo de su uso. Por la característica química y tipo de compuesto, se pueden tener respuestas generales hacia el crecimiento de la planta o bien respuestas específicas hacia un proceso en particular. Por esta razón varios de los compuestos comerciales de formulación simple están diseñados para regular un proceso específico, lo cual funciona con ciertos compuestos, métodos de aplicación y a veces solo en ciertas especies (Hernández, 2007).

## **CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se desarrolló en un vivero ubicado en la parroquia Canuto, cantón Chone, posicionado geográficamente entre las coordenadas 0° 47' 42" Latitud Sur, 80° 7' 34" Longitud Oeste y situado a una altitud de 24 m.s.n.m.

### **3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO**

El experimento se llevó a cabo desde mayo – octubre del 2019, con una duración de seis meses.

### **3.3. MATERIAL VEGETAL**

Se utilizaron cebollines de plátano cv. Barraganete de 200 gramos de peso, los cuales fueron colocados en bolsas de polietileno de 6 x 9".

### **3.4. TRATAMIENTOS**

T<sub>1</sub>: Aminoácidos

T<sub>2</sub>: Extractos de alga

T<sub>3</sub>: Trihormonal

T<sub>4</sub>: Aminoácido + extracto de alga

T<sub>5</sub>: Aminoácido + trihormonal

T<sub>6</sub>: Extracto de alga + trihormonal

T<sub>7</sub>: Aminoácido + extracto de alga + trihormonal

T<sub>8</sub>: Testigo absoluto.

### 3.5. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron aplicados cada 15 días en forma de drench haciendo la primera aplicación a partir del día 0 tomando como referencia que los plátanos presentaban 2 hojas verdaderas. La dosis utilizada fue 5 mL de producto por L de agua.

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con ocho tratamientos y tres replicas, con un total de 24 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó por 20 plántulas. A continuación, se detalla el esquema del ANOVA.

Fuente de variación	Grados libertad
Tratamiento	7
Error	14
Total	23

### 3.6. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA), y la separación de medias con la prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidades de error.

### 3.7. VARIABLES RESPUESTAS

#### 3.7.1. VARIABLES RESPUESTAS DE CRECIMIENTO

- Tasa relativa de crecimiento  $(\ln W_2 - \ln W_1)/(T_2 - T_1) = g \cdot g^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ .
- Tasa de asimilación neta  $[(P_2 - P_1)/(T_2 - T_1)] \cdot [(\ln AF_2 - \ln AF_1)/(AF_2 - AF_1)] = g \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$

#### 3.7.2. VARIABLES RESPUESTAS DE CALIDAD

Se tomaron los siguientes datos cada 15 días iniciando desde el día 0 hasta los

60 días, escogiendo dos plantas al azar dentro de cada tratamiento.

- **Altura de planta (cm):** se determinó en cm, midiendo desde el nivel del suelo hasta la V formada por las dos últimas hojas.
- **Diámetro de tallo (mm):** se determinó en mm a nivel del suelo.
- **Peso seco de biomasa aérea (g):** se determinó en g con la ayuda de una balanza gramera marca AND. Para ello todo el tejido aéreo de las plantas (hojas, pseudotallo y cormo), fue colocado en una estufa marca MERMAID a 105°C por 72 horas hasta alcanzar peso constante.
- **Pesos seco de biomasa radical (g):** se determinó en g con la ayuda de una balanza gramera marca AND, fue colocado en una estufa marca MERMAID a 105°C por 72 horas hasta alcanzar peso constante.
- **Índice de calidad de Dickson:** este índice integra a los anteriores y se calcula mediante la relación entre el peso seco total de la planta (g) y la suma de esbeltez y la relación biomasa aérea/radical. A mayor índice de Dickson mejor será la calidad de la planta. A continuación se describe la fórmula:

$$\text{ICD: } \frac{\text{Peso seco biomasa total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}}$$

### 3.7.3. VARIABLES RESPUESTA DEL DESARROLLO RADICAL

- Fracción de masa radical (relación de peso seco total de la planta por peso seco de raíces).
- Densidad de masa del tejido radical (relación de peso seco de masa radical por volumen de masa radical).
- Longitud específica de la raíz (Relación de longitud de raíces por peso seco de masa radical).

## 3.8. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

El riego se efectuó de forma manual procurando mantener el sustrato en capacidad de campo. El control de malezas se realizó manualmente cada vez

que se evidenció presencia de arvenses (*Cyperus rotundus*, *Amaranthus spinosus*). La fertilización se realizó con un fertilizante compuesto soluble (YaraMila COMPLEX) en dosis de 3 g/plántula.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos a base de biorreguladores influyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) el índice de calidad de Dickson (ICD) de plántulas de plátano en vivero a los 30, 45 y 60 días de la aplicación de los biorreguladores, excepto a los 15 días donde no se encontró diferencias estadísticas. La combinación de extractos de algas (EA) y el producto trihormonal (TH) alcanzó la mayor calidad de planta en los periodos evaluados, en relación al tratamiento testigo que reflejó el menor valor, mientras que los demás tratamientos experimentados alcanzaron valores intermedios (tabla 1).

**Tabla 1 .** Efecto de biorreguladores sobre el índice de calidad de Dickson en plántulas de plátano cv. Barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019.

Tratamientos	Índice de calidad de Dickson				Promedio
	15 días	30 días	45 días	60 días	
Aminoácidos (AM)	0.90	1.19 <b>ab</b> <sup>1/</sup>	1.34 <b>b</b>	2.61 <b>ab</b>	1.51
Extracto de algas (EA)	1.05	1.35 <b>ab</b>	1.60 <b>ab</b>	2.48 <b>abc</b>	1.62
Trihormonal (TH)	1.08	1.23 <b>ab</b>	1.49 <b>ab</b>	2.37 <b>abc</b>	1.54
AM + EA	1.06	1.30 <b>ab</b>	1.47 <b>ab</b>	1.78 <b>c</b>	1.40
AM + TH	1.26	1.55 <b>ab</b>	1.90 <b>ab</b>	2.65 <b>ab</b>	1.84
EA + TH	1.39	1.68 <b>a</b>	2.00 <b>a</b>	2.92 <b>a</b>	2.00
AM + EA + TH	0.94	1.26 <b>ab</b>	1.71 <b>ab</b>	2.73 <b>ab</b>	1.66
Testigo	0.94	1.14 <b>b</b>	1.45 <b>ab</b>	2.11 <b>bc</b>	1.41
Promedio biorreguladores	1.10	1.37	1.64	2.51	-----
p-valor ANOVA	0.1451 <sup>NS</sup>	0.0357*	0.0117*	0.0027*	-----
C.V. %	19.88	13.77	12.34	10.69	-----

<sup>NS</sup> No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

Los biorreguladores evaluados influyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) el peso seco de biomasa de plántulas de plátano en vivero a los 30, 45 y 60 días de la aplicación de los biorreguladores, excepto a los 15 días. La combinación de extractos de algas (EA) y el producto trihormonal (TH) alcanzó el mayor peso seco de biomasa en los periodos evaluados, en relación al tratamiento testigo que mostró el menor valor, mientras que los demás tratamientos probados alcanzaron valores intermedios (tabla 2).

**Tabla 2.** Efecto de biorreguladores sobre el peso seco de biomasa en plántulas de plátano cv. Barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019.

Tratamientos	Peso seco biomasa (g)				Promedio
	15 días	30 días	45 días	60 días	
Aminoácidos (AM)	25.71	31.45 <b>ab</b> <sup>1/</sup>	36.18 <b>ab</b>	51.27 <b>ab</b>	36.15
Extracto de algas (EA)	25.49	34.65 <b>ab</b>	40.31 <b>a</b>	49.91 <b>ab</b>	37.59
Trihormonal (TH)	26.71	34.41 <b>ab</b>	37.59 <b>ab</b>	44.34 <b>ab</b>	35.76
AM + EA	25.52	28.77 <b>ab</b>	33.34 <b>ab</b>	38.99 <b>b</b>	31.66
AM + TH	28.41	36.03 <b>ab</b>	43.55 <b>a</b>	52.66 <b>ab</b>	40.16
EA + TH	32.47	38.52 <b>a</b>	41.80 <b>a</b>	55.32 <b>a</b>	42.03
AM + EA + TH	24.81	34.19 <b>ab</b>	40.04 <b>a</b>	49.52 <b>ab</b>	37.14
Testigo	20.74	25.40 <b>b</b>	29.30 <b>b</b>	39.93 <b>ab</b>	28.84
Promedio biorreguladores	27.02	34.00	38.97	48.86	-----
p-valor ANOVA	0.0629 <sup>NS</sup>	0.0226*	0.0045*	0.0190*	-----
C.V. %	13.7	11.87	9.51	11.39	-----

<sup>NS</sup> No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

El análisis de varianza aplicado a la variable fracción de masa radical y densidad de masa del tejido radical no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) a los 60 días de la aplicación de los biorreguladores, mientras que para longitud específica de la raíz, si se evidenció diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), lo cual sugiere que los biorreguladores probados promovieron el crecimiento radical. La combinación de Aminoácidos (AM) + Extracto de alga (EA) reflejo el mayor promedio de longitud específica radical, en relación al testigo y demás tratamientos (tabla 3).

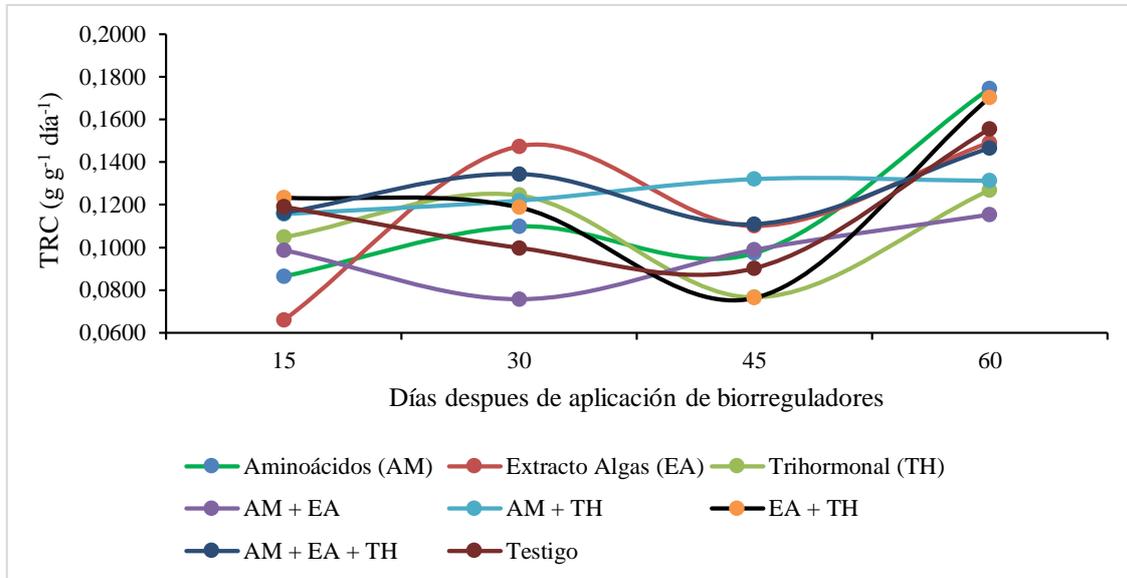
**Tabla 3.** Efecto de biorreguladores sobre las tasas de desarrollo radical en plántulas de plátano cv. Barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019.

Tratamientos	Desarrollo Radical		
	Fracción de masa radical (g de planta g <sup>-1</sup> raíz)	densidad de masa del tejido radical (g raíces cm <sup>3</sup> raíz)	longitud específica de la raíz (cm raíz g <sup>-1</sup> raíz)
Aminoácidos (AM)	9.37	0,93	6,3162 <b>ab</b>
Extracto de algas (EA)	9.82	1,01	6,8103 <b>a</b>
Trihormonal (TH)	8.72	1,07	6,2645 <b>ab</b>
AM + EA	11.21	0,88	7,6626 <b>a</b>
AM + TH	9.91	0,93	6,4409 <b>ab</b>
EA + TH	9.24	0,99	6,7932 <b>a</b>
AM + EA + TH	7.56	1,07	4,6285 <b>b</b>
Testigo	8.54	1,40	6,3041 <b>ab</b>
Promedio bioestimulantes	9.40	0,99	6,42
p-valor ANOVA	0.1580 <sup>NS</sup>	0,1021 <sup>NS</sup>	0,0127*
C.V. %	14.94	18,49	11,49

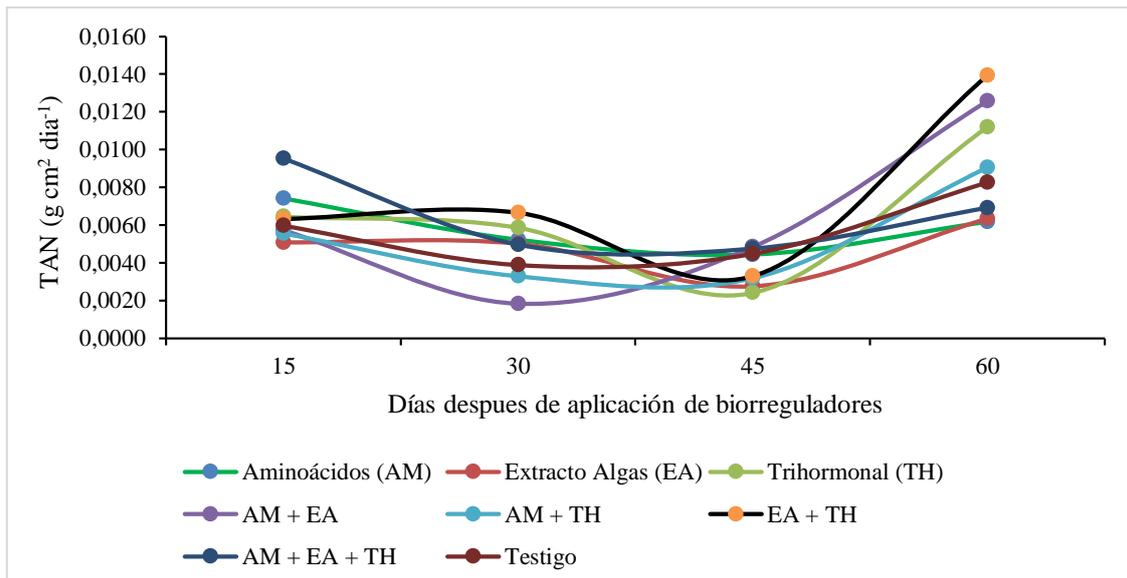
<sup>NS</sup> No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05

<sup>1/</sup> Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

En las figuras 1 y 2, se observa que el tratamiento a base de EA + TH tiende en el tiempo a mejorar las tasas de crecimiento relativo (TCR) y la tasa de asimilación neta (TAN), lo cual denota un mayor crecimiento en términos de peso diario y una mayor acumulación de materia seca diaria por área foliar.



**Figura 1.** Efecto de biorreguladores sobre la tasa relativa de crecimiento (TRC) en plántulas de plátano cv. Barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019.



**Figura 2.** Efecto de biorreguladores sobre la tasa de asimilación neta (TAN) en plántulas de plátano cv. Barraganete en vivero. Chone, Ecuador, 2019.

Los resultados hallados se asemejan a los obtenidos por Barragán (2017) quien alcanzó mayor desarrollo foliar, peso seco de planta y desarrollo radical en plántulas de plátano en vivero, con aplicación de biorreguladores a base de ácidos orgánicos. Estos resultados también coinciden a los reportados por

Russo, Lugo, Arreola y A rango (1995), quienes alcanzaron mayor crecimiento de plántulas de banano en vivero, en términos de peso seco con la aplicación de biorreguladores. Por su parte, Ospina y Rubiano (2019) obtuvieron mayores tasas de crecimiento en plántulas de plátano con aplicación de biorreguladores a base de extractos vegetales y metabolitos microbianos, en relación a otros biorreguladores probados y el tratamiento control. Así mismo, en una investigación realizada por Izquierdo, Gonzáles, Núñez, Proenza y Álvarez (2012) obtuvieron mayores tasas de crecimiento de vitroplantas de banano en aclimatación con la aplicación foliar y remojo de raíces con biorreguladores a base de brasinoesteroides, en comparación al testigo control que alcanzo menor crecimiento. Finalmente, los resultados son cercanos a los obtenidos por Aremu, Kulkarni, Bairu, Finnie y Staden (2011), quienes reportaron mayores tasas de crecimiento de plántulas de banano con aplicación de biorreguladores a base de ácidos orgánicos.

Los resultados encontrados en este estudio también denotan que los biorreguladores mejoraron notablemente el índice de calidad de Dickson (ICD) en plántulas de plátano en vivero, lo cual es de mucha importancia para garantizar el prendimiento, adaptación y sobrevivencia de las plántulas una vez que son trasplantadas al campo definitivo, dado que varios autores han indicado que a mayor ICD la planta es más equilibrada y vigorosa para soportar el estrés pos trasplante (Rodríguez y Ramírez, 2006; Cedeño, 2015; Cedeño, Cargua, Cedeño y Constante, 2017).

Los resultados obtenidos evidencian el efecto positivo de los biorreguladores para potenciar el crecimiento de plántulas de plátano bajo condiciones de vivero, lo cual puede deberse a que estos productos presentan concentraciones adecuadas de componentes bioquímicos y sustancias reguladoras de crecimiento que promueven un mejor desempeño fisiológico de las plantas (Subbarao, Hussain y Ganesh, 2015; Du-Jardín, 2015). En este sentido, se ha sugerido que, si bien la actividad de las hormonas vegetales está controlada por la expresión de genes a diferentes niveles, hay genes de plantas que se activan en presencia de hormonas vegetales específicas. Por lo tanto, estimular la expresión génica puede ser una forma efectiva de mejorar la

germinación de las semillas y el crecimiento inicial de plántulas (Miransari y Smith, 2014).

Además, se ha comprobado que los extractos de algas marinas son efectivos para potenciar procesos fisiológicos, dada la concentración adecuada de sustancias bioquímicas que hacen más eficiente el desarrollo vegetal (Tuhy, Chowańska y Chojnacka, 2013). Los biorreguladores influyen en el crecimiento de las plantas y el metabolismo del nitrógeno, especialmente debido a su contenido en hormonas, aminoácidos y otras moléculas de señalización. Un aumento significativo en la longitud y densidad del pelo de la raíz se observa a menudo en plantas tratadas con biorreguladores, lo que sugiere que estas sustancias pueden inducir una "respuesta de adquisición de nutrientes" que favorece la absorción de iones en las plantas a través de un aumento en el área de la superficie de absorción (Nardi, Pizzeghell, Schiavon y Ertani, 2016).

Los bioestimulantes que contienen compuestos nitrogenados como aminoácidos, betaínas y poliaminas, desempeñan múltiples funciones biorreguladoras del crecimiento vegetal (Calvo, Nelson y Kloepper, 2014; duJardin, 2012, Halpern *et al.*, 2015). En este sentido, los efectos directos que provocan sobre las plantas incluyen la asimilación de N, mediante la regulación de las enzimas involucradas en el metabolismo del N y de sus genes estructurales, actuando sobre la vía de señalización de la adquisición de N en las raíces (Vranova, Rejsek, Skene y Formanek, 2011; Chen y Murata, 2011). Se reportan efectos quelantes para algunos aminoácidos (como prolina) que pueden proteger a las plantas contra metales pesados pero también contribuyen a la movilidad y adquisición de micronutrientes. La actividad antioxidante es conferida por la eliminación de radicales libres por algunos de los compuestos nitrogenados, incluyendo glicina betaína y prolina que contribuye a la mitigación de la presión ambiental (Subbarao *et al.*, 2015).

# **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Los biorreguladores fueron efectivos para incrementar el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero.
- La combinación de extractos de algas + el producto trihormonal promovió mayor crecimiento y calidad de plántulas de plátano en vivero.
- La combinación extracto de algas + aminoácidos promovió un mayor desarrollo radical de plántulas de plátano en vivero.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Probar el efecto combinado de biorreguladores y enmiendas orgánicas con la finalidad de potenciar el desarrollo radical de plántulas de plátano en vivero.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, P., Dankers, P., Liu, P y Pilkauskas, P. (2004). La economía mundial del banano 1985-2002. Roma, Italia. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 104 p.
- Aremu, A., Kulkarni, M., Bairu, M., Finnie J., y Staden, J. (2011). Growth stimulation effects of smoke-water and vermicompost leachate on greenhouse grown-tissue-cultured 'Williams' bananas. *Plant Growth Regul*, 66, 111-118.
- Armijos, F. (2008). Principales tecnologías generadas para el manejo del cultivo de banano, plátano y otras musáceas. Guayaquil, Ecuador. INIAP. Boletín Técnico N° 131. P 64.
- Barragán, C. (2017). Efecto de aplicación de sustancias húmicas, fúlvicas y fertilización en el desarrollo de plántulas de plátano en vivero (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Benítez, B., Núñez, M., y Yong, A. (2006). Efecto de aspersiones foliares con una mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento de plantas de palma areca (*Dypsis lutescens* H. Wendel). *Cultivos Tropicales*, 27, 61-64.
- Calvo, P., Nelson, L., y Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3–41.
- Cañal, M., Rodríguez, R., Fernández, B., Sánchez, R., y Majada, J. (2001). Fisiología del cultivo Biotecnología vegetal 139 p.
- Cedeño, G. (2015). Biorreguladores para la propagación intensiva del banano williams (*Musa AAA Simmonds*) en cámara térmica (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Cedeño, G., Cargua, J., Cedeño, G.A., y Constante, G. 2017. Calidad de plántulas de banano (*Musa AAA Simmonds*) obtenidas en cámara térmica durante fase de aclimatación. En: Memorias de la VI edición del Evento Internacional La Universidad en el Siglo 21, celebrado del 16 – 17 de noviembre de 2017. Calceta, Ecuador.
- Chen, T., y Murata, N. (2011). Glycinebetaine protects plants against abioticstress: mechanisms and biotechnological applications. *Plant Cell Environ*, 34,1–20.
- Díaz D. 2009. Biorreguladores versus bioestimulantes. Investigación y desarrollo Agroenzimas. México D. F. recuperado de: [http://www.agroenzimas.com.mx/esp/artman2/publish/tecnilasas/Biorregulado res\\_Vs\\_Bioestimulantes\\_printer.php](http://www.agroenzimas.com.mx/esp/artman2/publish/tecnilasas/Biorregulado_res_Vs_Bioestimulantes_printer.php)

- Dickson, A., Leaf, L., y Hosner, J. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 36 (1),10-13.
- Du Jardin, P. (2012) . The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis. Adhoc Study Report to the European Commission DG ENTR. 2012. [Archivo PDF] Recuperado de: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final\\_report\\_bio\\_2012en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012en.pdf).
- Du Jardín, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- FAOSTAT | © FAO (2013). Dirección de Estadística 2013. Recuperado de: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- FAOSTAT | © FAO (2015). Producción de cultivos. Dirección estadística – FAOSTAT: Recuperado de: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- Gomes, J., Couto, L., Leite, G., y García, S. 2002. Parámetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26(6), 655 – 664.
- González, R. 2010. Hormonas vegetales. Tomado del boletín 118 de Agosto de 2010 de la Asociación Guatemalteca de Orquideología. Recuperado de: <https://goo.gl/sqmpKi>
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T., y Yermiyahu, U. (2015). The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. In: Sparks, D.L. (Ed.). *Advances in Agronomy*, 129, 141–174.
- Hernández, M. 2007. Manual de Fertilización Orgánica y Química. p 85-88.
- Herrera, M., y Colonia, L. (2011). Guía Técnica de Manejo Integrado del Cultivo de Plátano. Jornada de Capacitación UNALM - AGROBANCO. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. 33 p.
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo (INEC). (2015). Procesador de estadísticas agropecuarias: Plátano, superficie, producción y rendimiento. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/procesador-de-estadisticas-agropecuarias-3/>
- Izquierdo, H., González, M., Núñez, M., Proenza, R., y Álvarez, I. (2012). Efectos de la aplicación de un análogo espiroestano de brasinoesteroides en vitroplantas de banano (*Musa spp.*) durante la fase de aclimatización. *Cultivos Tropicales*, 33(1), 71-76.

- Jumbo, M. (2010). Creación de un consorcio de exportación de pequeños productores de plátano Barraganete en El Carmen para la comercialización directa hacia Holanda en el periodo 2010 – 2019 (Tesis pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de Los Tsáchilas, EC.
- Kulkarni, A., Bairu, M., Finnie, M., y Staden, J. (2011). Growth stimulation effects of smoke-water and vermicompost leachate on greenhouse grown-tissue-cultured 'Williams' bananas. *Plant Growth Regul*, 66, 111-118.
- Loeillet, D. 2012. Mercado bananero internacional: De un mundo al otro. *En: II Conferencia del Foro Mundial bananero celebrado del 28-29 febrero 2012..* Guayaquil, Ecuador.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) 2013. Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). Cultivo de banano: Recuperado de: <http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/superficie-produccion-y-rendimiento>
- Méndez, F. (2003). "Principios de propagación de las plantas". Universidad de la Molina. Lima, PE. Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/agronomia/horticultura/propagacion/fitohormona/fmendez.doc>.
- Meza, R., Ruiz, F., y Navejas, J. (2009). Guía para la producción de plantas y plantación con especies nativas. México, DF. INIFAP-SAGARPA. 32 p. (Folleto para productores no. 4).
- Miransari, M., y Smith, D. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99, 110– 121.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., y Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based Giproducts and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1): 18 – 23.
- Negreros, P., Apodaca, M., y Mize, C. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Maderas y bosques*, 16(2), 7-18.
- Orozco, G., Muñoz, J., Rueda, A., Sígala, J., Prieto, J., y García, J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista Mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 1-12.
- Ortega, U., A. Kidelman, A., Hevia, E., Alvarez-Ro., y Majada. J. (2006). Control de calidad de planta forestal. *Información Agroforestal*, 3, 2–7.

- Ospina, J., y Rubiano, J. (2019). Evaluación de bio-estimulantes en la propagación intensiva de semilla plátano Dominico Hartón en almácigo bajo cubierta plástica (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Dosquebradas Risaralda, Colombia.
- PRO ECUADOR (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2013. Análisis del sector bananero. Quito, EC. 28 p.
- Quiroz, M; Flores, L; Pincheira, M; Villarroel, A. (2001). Manual de viverización y plantación de especies nativas. Valdivia, Chile. Instituto Forestal. 160 p.
- Rodríguez, A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. México, DF. UACHANCF. 156 p.
- Rodríguez, G., y Ramírez, H (2006). Efecto de diferentes sustratos y dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de banano. En: Memoria de la XVII Reunión Internacional ACORBAT 2006, Joinville, Brasil.
- Rojas, J; Vegas, U; Domínguez, R. 2010. Núcleo para la producción rápida de semilla de banano orgánico en campo en el Perú. 210 p. En: Memorias de la XIX Reunión Internacional ACORBAT 2010. Medellín, Colombia.
- Rueda S., Benavides S., Sáenz R., Muñoz F., Hipólito J., Prieto R., y Orozco G., (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Revista mexicana de ciencias forestales, 5(22), 58-73.
- Ruíz, M; Ureña, M. 2009. Situación actual y perspectivas del mercado del plátano. Economic Research Service [Archivo PDF]. Recuperado de: [https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Mercado\\_Situacion\\_Actual\\_y\\_Perspectivas\\_PLATANO\\_2.pdf](https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Mercado_Situacion_Actual_y_Perspectivas_PLATANO_2.pdf)
- Ruso, R., Lugo, J., Arreola, O., y A rango, O. (1995). 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'). Agronomía mesoamericana 6, 130-133.
- Serrada, R., Navarro, R., y Pemán, J. (2005). La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la silvicultura y la ecofisiología. Sistema de Recursos Forestales, 14, 462 – 481
- Subbarao, S., Hussain,, y Ganesh, P. (2015). Bio Stimulant Activity of Protein Hydrolysate, Influence on Plant Growth and Yield. Journal of Plant Science and Research, 2(2), 1 – 6.
- Toral, M. (1997). Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Jalisco, México. Programa de Desarrollo Forestal. (Documento Técnico no. 1).

- Trejo, D., Zulueta, R., y Lara, L. (2008). Manual de prácticas para el estudio de la simbiosis micorrízico arbuscular. Universidad Veracruzana. 200p.
- Tuhy, L., Chowańska, J., y Chojnacka, K. (2013). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review. *Chemik*, 67(7): 639 – 641.
- Villar, P. (2003). Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. Capítulo IV. Valladolid, España. Asociación Española de Ecología Terrestre. Universidad de Alcalá. 66-86.
- Vranova, V., Rejsek, K., Skene, K., y Formanek, P. (2011). Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil*, 342, 31–48.

**ANEXOS**

## ANEXO 1.SIEMBRA DE CEBOLLINES DE PLÁTANO CV. BARRAGANETE Y ESTABLECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS.



1-A. Limpieza de cebollines.



2-B.Siembra de cebollines



1-C.Homogenización de los cebollines



1-D. Cebollines emergidos.



1-E. Distribución de los tratamientos.

## ANEXO 2. APLICACIÓN DE LOS BIORREGULADORES



2-A. Dosificación de los productos.



2-B. Mezcla de los productos.



2-C. Aplicación de los biorreguladores, de acuerdo a cada tratamiento.

### ANEXO 3. LABORES CULTURALES



3-A. Riego.



3-B. Fertilización.



3-C. Control de malezas.

## ANEXO 4. REGISTRO DE DATOS EN EL EXPERIMENTO



4-A. Diámetro de tallo.



4-B. Altura de planta.



4-C. Selección de cuadrantes.



4-D. Peso seco de cuadrantes.



4-E. Peso seco hojas.



4-F. Peso seco biomasa aérea.



4-G. Raíces.



4-H. Longitud de raíces.



4-I. Peso seco de raíces.



4-J. Volumen de raíces.