



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

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGRÍCOLA**

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

**MODALIDAD:  
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
EFECTO DEL TAMAÑO DE PLÁNTAS Y USO DE  
FITORREGULADORES SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y  
CALIDAD DE PLANTULAS DE PLATANO PROPAGADAS EN  
CÁMARA TÉRMICA**

**AUTOR:  
ALCIDES LEONEL MENDOZA VELASQUEZ**

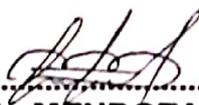
**FACILITADOR:  
ING. LEONARDO VERA MACIAS, Mg.**

**CALCETA, JULIO 2020**

## DERECHO DE AUTORÍA

ALCIDES LEONEL MENDOZA VELÁSQUEZ declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo 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.



.....  
**ALCIDES L. MENDOZA VELASQUEZ**

## **CERTIFICACIÓN DE TUTOR**

ING.LEONARDO VERA MACIAS certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTO DEL TAMAÑO DE PLÁNTAS Y USO DE FITORREGULADORES SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTULAS DE PLATANO PROPAGADAS EN CÁMARA TÉRMICA**, que ha sido desarrollada por **ALCIDES LEONEL MENDOZA VELÁSQUEZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



.....  
**ING. LEONARDO VERA MACIAS, Mg.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO trabajo de titulación **EFFECTO DEL TAMAÑO DE PLÁNTAS Y USO DE FITORREGULADORES SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTULAS DE PLATANO PROPAGADAS EN CÁMARA TÉRMICA**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Alcides Leonel Mendoza Velásquez, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López



.....  
ING. CRISTIAN VALDIVIESO LÓPEZ, M.Sc.  
**MIEMBRO**



.....  
ING. SERGIO VÉLEZ ZAMBRANO, M.Sc.  
**MIEMBRO**



.....  
ING. GALO CEDEÑO GARCÍA, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en el cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A Dios nuestro padre y rey celestial, por habernos dado la vida y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra profesión;

A mis padres, mis hermanos/as por estar siempre a mi lado dándome palabras de aliento, ayudándome en cuanto han podido y siendo una motivación constante para superarme día a día;

**ALCIDES LEONEL MENDOZA VELÁSQUEZ**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con mucho cariño a mi madre Dolores Celinda Velásquez Zambrano, por ser la persona importante de mi vida, haber luchado y vivido conmigo cada obstáculo que se presentaron en el transcurso de mi duración estudiantil de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, por su gran sacrificio he culminado un tercer nivel como Ingeniero Agrícola.

**ALCIDES LEONEL MENDOZA VELÁSQUEZ**

## CONTENIDO

DERECHO DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MUSÁCEAS EN EL MUNDO, AMÉRICA Y ECUADOR .....	5
2.2. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS. ....	6
2.3. REGENERACIÓN NATURAL (MÉTODO TRADICIONAL) .....	6
2.4. MACRO-PROPAGACIÓN.....	6
2.5. MACRO-PROPAGACIÓN IN SITU .....	7
2.6. INDUCCIÓN DE CEBOLLINES EN CAMPO (CORMITOS O HIJUELOS PEQUEÑOS) .....	7
2.7. MÉTODO DE HAMILTON O FALSA DECAPITACIÓN .....	7
2.8. MULTIPLICACIÓN RÁPIDA IN SITU CON EL USO DE BIORREGULADORES.....	8
2.9. DIVISIÓN DE CORMOS Y TÉCNICA PIF.....	8
2.10. MÉTODO MASIVO EN CÁMARA TÉRMICA, CÁMARAS O PROPAGADORES DE CRECIMIENTO.....	8
2.11. VIVERO DE ACLIMATACIÓN.....	9
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO. ....	11
3.1. LOCALIZACIÓN.....	11
3.2. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	11
3.3. MATERIAL VEGETAL.....	11
3.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	11
3.5. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	11

3.6. ANÁLISIS DE DATOS.....	12
3.7. VARIABLES RESPUESTA .....	12
3.8. MATERIAL VEGETAL.....	13
3.9. TRATAMIENTOS.....	13
3.10. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	13
3.11. ANÁLISIS DE DATOS.....	13
3.11.1. VARIABLES MORFO-MÉTRICOS Y DE CALIDAD A LOS 60 DÍAS DE ACLIMATACIÓN.....	14
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	24
5.1. CONCLUSIONES .....	24
5.2. RECOMENDACIONES .....	24
BIBLIOGRAFÍA .....	25
ANEXOS. ....	30
ANEXO 1. CORTE Y PREPARACIÓN DEL SUELO.....	31
ANEXO 2. SIEMBRA PLÁNTULAS DE PLÁTANO.....	32
ANEXO 3. RIEGO Y LIMPIEZA DE LAS PLANTULAS.....	33
ANEXO 4. PESADO EN SECO Y HUMEDO. ....	34

## CONTENIDO DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Efecto de tres métodos de aplicación de fitorreguladores y tres tamaños de plántulas sobre el potencial de enraizamiento de plántulas de plátano obtenidas en cámaras térmicas. Calceta, Ecuador, 2018. ....	16
--	----

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre la altura de plántulas de plátano a los 60 días después de trasplante a contenedores.....	18
<b>Figura 2.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el diámetro de tallo de plántulas de plátano a los 60 días del trasplante a contenedores.....	18
<b>Figura 3.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el índice de vigor de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores. ....	19
<b>Figura 4.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el número de raíces de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.....	19
<b>Figura 5.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre la longitud de raíces de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.....	20
<b>Figura 6.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el peso seco de plantas de pantano a los 60 días después del trasplante a contenedores.....	20
<b>Figura 7.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el área foliar de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.....	21
<b>Figura 8.</b> Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el índice de calidad Dickson de plántulas de plátano a los 60 días después de trasplante a contenedores.....	21

## RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue evaluar el efecto del tamaño de plantas y uso de fitorreguladores sobre el enraizamiento y calidad de plántulas de plátano propagadas en cámaras térmicas. Se desarrollaron dos experimentos separados. En el primer ensayo los tratamientos consistieron de tres tamaños de plántulas (6, 9 y 12 cm de altura) y tres métodos de aplicación de un enraizador (polvo, pasta y líquido). Se registró el porcentaje de enraizamiento a los 20 días después de siembra. En el segundo experimento se evaluó el efecto de tres tamaños de plántulas cosechadas en cámara térmica (6, 9 y 12 cm de altura) sobre el crecimiento y calidad durante la fase de aclimatación que duró ocho semanas. Se registró el peso seco de planta (g), área foliar (cm<sup>2</sup>) e índice de calidad de Dickson (ICD). En el primer experimento, los resultados mostraron que el porcentaje de enraizado fue influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) por los tamaños de plántulas, independientemente del método de aplicación del enraizador, donde las de 9 y 12 cm alcanzaron mayor tasa de enraizamiento con 87 y 91%, en su orden respectivo, en relación a las plantas de 6 cm. En el segundo experimento, los resultados mostraron que tanto el peso seco de planta, el área foliar y el índice de calidad Dickson fueron influenciados significativamente ( $p < 0.05$ ) por los tamaños de plantas testeados, donde las plántulas de 12 cm de altura, alcanzaron los mayores promedios de peso seco de planta, área foliar e índice de calidad de Dickson con 64 g, 3106 cm<sup>2</sup> y 19 ICD, respectivamente. Se concluye que las plantas de 12 cm muestran mayor respuesta al enraizado y aclimatación en vivero.

**Palabras clave:** *Musa AAB, tamaño de explante, enraizado, aclimatación de plantas*

## ABSTRACT

The main objective of the research was to evaluate the effect of plant size and use of plant regulators on the rooting and quality of plantain seedlings propagated in thermal chambers. Two separate experiments were carried out. In the first trial, the treatments consisted of three seedling sizes (6, 9 and 12 cm high) and three methods of applying a root (powder, paste and liquid). Rooting percentage was recorded 20 days after sowing. In the second experiment, the effect of three seedlings harvested in a thermal chamber (6, 9 and 12 cm high) on growth and quality during the acclimatization phase that lasted eight weeks was evaluated. Plant dry weight (g), leaf area (cm<sup>2</sup>) and Dickson's quality index (DCI) were recorded. In the first experiment, the results showed that the rooting percentage was significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the seedling sizes, independently of the rooting application method, where those of 9 and 12 cm reached a higher rooting rate with 87 and 91%, in their respective order, in relation to the 6 cm plants. In the second experiment, the results showed that both the dry weight of the plant, the leaf area and the Dickson quality index were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the plant sizes tested, where the 12 cm tall seedlings reached the highest averages of plant dry weight, leaf area and Dickson's quality index with 64 g, 3106 cm<sup>2</sup> and 19 ICD, respectively. It is concluded that the 12 cm plants show a greater response to rooting and acclimatization in the nursery.

**Key words:** *Musa AAB, explant size, rooted, acclimatization of plants*

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El banano y el plátano (*Musa spp.*), ocupan el cuarto lugar en importancia alimentaria a nivel mundial luego del trigo, arroz y maíz. En conjunto, estas musáceas son consideradas como productos básicos en la alimentación (Cedeño, 2015).

El cultivo de plátano (*Musa AAB*), representa un importante sostén para la socioeconomía y seguridad alimentaria en el Ecuador (INIAP, 2012). El rendimiento promedio de plátano reportado en el país es de 5 t/ha/año (MAGAP, 2011 citado por INIAP, 2012), lo cual es relativamente bajo comparado con los rendimientos obtenidos en Colombia, donde oscilan alrededor de 10 t/ha/año en sistemas tradicionales y más de 20 t/ha/año en sistemas tecnificados.

El potencial productivo de yemas vegetativas de las musáceas es muy alto, el mismo equivale al número de hojas (38 a 42) que emiten las plantas durante su ciclo productivo. Sin embargo, se aprovecha un máximo de 5 a 10 yemas por planta en cada ciclo de producción, lo que representa un 25% del potencial productivo de yemas (FHA, 2009).

Tradicionalmente, el tipo de semilla más utilizada por pequeños agricultores, ha sido los cormos o hijuelos de espada que se obtienen directamente de las plantaciones en producción, los cuales son extraídos sin ningún criterio de selección (Cedeño, 2015). Esto empeora el panorama al buscar superar la baja productividad registrada en el país: a consecuencia de problemas bióticos (Sigatoka negra, Nematodos, Picudo negro, Virosis, etc.), abióticos (sequía) y tecnológicos (bajas densidades, riego, nutrición, control de plagas, etc.), pues de la superficie total sembrada, solo el 14%, 33% y 34%, reciben riego, fertilización y control de plagas, respectivamente (INIAP, 2012).

El Hormonagro es un regulador fisiológico para las plantas y afecta los puntos de crecimiento en diferentes procesos. Está compuesto por una fitohormona del grupo de las auxinas (alfanatalenacético). Su composición es 0, 40% de A.N.A.

Según Weaver (2011); Anchaly (2011) citado por Lligüin (2015) manifiesta que los fitorreguladores, como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno, influyen en la formación de raíces; de ellos, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en los esquejes.

El medio de enraizamiento no solo es importante por ser el lugar donde se iniciarán y formarán las raíces adventicias, sino también, porque provee de condiciones de humedad, aire y oscuridad necesaria para facilitar su desarrollo.

Los principales obstáculos que posee en la realización de la práctica del enraizamiento están localizados en el desconocimiento del uso de los productos aceleradores de enraizamiento (hormonas) y sustratos adecuados (Lucero, 2013).

Uno de los ejemplos de uso de biotecnología por el hombre es la propagación masiva de plántulas in vitro de cultivos de mayor importancia económica para el país (Ortega, 2010 citado por Lucero, 2013).

¿Es posible con la aplicación de Hormanagro como fitorregulador mejorar la formación y el crecimiento en el proceso de enraizamiento de plántulas de plátano dispuestas en cámaras térmicas?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La aplicación de nuevas tecnologías en los cultivos, tienden a mejorar su productividad y rentabilidad. En la actualidad la propagación de plátano en cámara térmica es una tecnología que se viene utilizando ampliamente en países africanos y latinoamericanos, dada las ventajas de la limpieza fitosanitaria del material de siembra a través de la termoterapia. Además, de las elevadas tasas de multiplicación que se pueden llegar a obtener. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de plántulas que se produce con esta tecnología, uno de los inconvenientes que aún no ha sido abordado completamente, son las tasas elevadas de mortalidad de plántulas en etapa de aclimatación, por lo que se deben desarrollar técnicas que ayuden a incrementar el enraizado y sobrevivencia de las plántulas. Hasta el momento, no se dispone de información relacionada al uso de fitorreguladores para el enraizado de plántulas provenientes de cámara térmica, razón por la cual la presente propuesta de investigación se justifica plenamente.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Comprobar el efecto del tamaño de plantas y uso de fitorreguladores sobre el enraizamiento y calidad de plántulas de plátano propagadas en cámaras térmicas.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el potencial de enraizamiento de tres tamaños de plántulas de plátano propagadas en cámara térmica.
- Medir la eficiencia de tres métodos de aplicación de fitorreguladores sobre la tasa de enraizamiento de plántulas de plátano.
- Estimar el vigor y calidad de tres tamaños de plántulas obtenidas en cámara térmica durante la fase de aclimatación en vivero.

## **1.4. HIPÓTESIS**

El uso de fitorreguladores incrementa significativamente la tasa de enraizamiento de plántulas de plátano propagadas en cámara térmica.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MUSÁCEAS EN EL MUNDO, AMÉRICA Y 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 *et al*, 2004; Ruíz y Ureña, 2009; Loeillet, 2012).

Actualmente se estima que alrededor de 1000 millones de personas sufren de hambre, es decir el 16% de la población de los países en vía de desarrollo, no tienen acceso a la seguridad alimentaria de manera permanente (FAO, 2010). Por lo tanto, el incremento de la producción agrícola mundial, y en especial el de los rendimientos actuales de banano y plátano mediante el uso de nuevas tecnologías, así como la conservación de germoplasma es imprescindible para hacer frente a los retos de la seguridad alimentaria actual y futura (Naciones Unidas, 2008; Panis, 2009; IICA, 2012).

El mercado mundial de banano se distribuye en algunas zonas de importancia comercial, siendo la UE con 5.2 millones de toneladas por año la primera zona consumidora, seguida por EEUU y Canadá con 4.1 millones, Rusia y Europa del Este con 1.5 millones, Asia y Japón con 2.1 millones, y pequeños mercados como el Mediterráneo, Oriente Medio y América Latina con 0.7, 0.3 y 0.8 millones de toneladas, respectivamente (Loeillet, 2012). 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%.

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 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 (MAGAP, 2013; FAOSTAT, 2013).

## **2.2. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS.**

La obtención de plántulas de banano es posible mediante varios métodos de multiplicación, siendo la regeneración natural, la micropropagación y la macropropagación los más utilizados (Singh *et al*, 2011). Bajo este contexto, el potencial de prolífico del corno de las musáceas ha impulsado a los investigadores a idear nuevas prácticas y metodologías de propagación con la finalidad de obtener mayores tasas de multiplicación en el menor tiempo posible (Aguas y Martínez, 2003).

## **2.3. REGENERACIÓN NATURAL (MÉTODO TRADICIONAL)**

La regeneración natural es el método de propagación más utilizado por pequeños productores, y consiste en utilizar hijos de espada, hijos de agua y retoños (Soto, 2008; Robinson y Galán, 2011). La tasa de multiplicación del banano está en función al número de hojas, puesto que una planta puede producir el mismo número de hijuelos que el número de hojas emitidas hasta la emergencia del racimo (Costa *et al*, 2008).

## **2.4. MACRO-PROPAGACIÓN**

La macro-propagación es una técnica eficaz y barata en la producción de plántulas de banano con buena calidad fisiológica y sanitaria, donde pueden

emplearse cormos enteros o fragmentados que contengan yemas laterales con meristemas en diferentes etapas de desarrollo (Tenkouano *et al*, 2006).

## **2.5. MACRO-PROPAGACIÓN IN SITU**

La técnica consiste básicamente en la decapitación e inhibición de la dominancia apical en condiciones de campo, donde se puede hacer uso o no de sustancias biorreguladoras. A continuación se mencionan algunas técnicas de macro-propagación in situ.

## **2.6. INDUCCIÓN DE CEBOLLINES EN CAMPO (CORMITOS O HIJUELOS PEQUEÑOS)**

Con esta técnica se aprovechan cormos de 200 a 400 g de peso con potencial para producir una planta y un racimo de calidad. Para obtener cebollines, se seleccionan plantas madres que presenten buenas características de sanidad y calidad de racimo, se procede a decapitar e eliminar la dominancia apical en caso de plantas donde aún no ha ocurrido la diferenciación floral (Coto, 2009).

Pasados los treinta días de la inducción, se procede a cosechar los “cebollines” que se encuentren en un rango de peso entre 200 a 400 g, se les elimina las raíces y la corteza externa para evitar la diseminación de plagas y enfermedades, seguidamente se trasladan a bolsas de polietileno para ser manejados en vivero (Lescot y Staver, 2013).

## **2.7. MÉTODO DE HAMILTON O FALSA DECAPITACIÓN**

La metodología de Hamilton o falsa decapitación se usa en plantas en pleno estado de desarrollo vegetativo, es decir antes que ocurra la diferenciación floral en el interior del cormo, o cuando la planta haya emitido el 50% de su sistema foliar. La técnica consiste en introducir un tubo de metal o algún trozo de madera al interior del pseudotallo a una altura de 20 cm del nivel del suelo, con la finalidad de eliminar el punto de crecimiento e interrumpir la dominancia apical y activar la brotación de yemas laterales, también se puede utilizar un sacabocado para obtener el mismo efecto (Njukwe *et al*, 2007).

## **2.8. MULTIPLICACIÓN RÁPIDA IN SITU CON EL USO DE BIORREGULADORES**

Esta técnica fue implementada directamente en campo por Manzur (2001), donde plantas del plátano FHIA-20 de 10 meses de edad fueron decapitadas y despojadas del meristemo apical con la respectiva aplicación de benzilaminopurina. Posteriormente, emergen hijuelos entre 15 a 20 cm de altura, a los cuales se los decapita y se les retira el meristemo apical al igual que la planta madre con la finalidad de aplicarles benzilaminopurina e inducir la formación de brotes múltiples. Con esta metodología, Manzur (2001) reportó haber obtenido 156 plántulas/planta hasta la tercera generación de brotes. En este mismo sentido, Singh *et al* (2011) mencionan que es posible obtener entre 45 – 50 plántulas/planta a través de este método con la respectiva aplicación de benzilaminopurina luego de la decapitación y retiro del meristemo apical.

## **2.9. DIVISIÓN DE CORMOS Y TÉCNICA PIF**

La división de cormos (Split corm) es una técnica que se aplica a cormos provenientes de plantas a punto de florecer, así como también plantas ya cosechadas, las cuales deben provenir de plantas sanas y vigorosas (*Njukwe et al*, 2007).

La técnica PIF (plantes issues de fragments de tiges) o plantas provenientes de fragmentos de rizoma por sus siglas en francés, se aplica a hijuelos espada en pleno estado de desarrollo vegetativo (*Njukwe et al*, 2007).

## **2.10. MÉTODO MASIVO EN CÁMARA TÉRMICA, CÁMARAS O PROPAGADORES DE CRECIMIENTO**

La macro-propagación dentro de cámaras térmicas, se usa actualmente con dos fines básicos. El primero y el más importante es la limpieza del material de siembra a través de la termoterapia por efecto de las elevadas temperaturas que se generan por efecto del plástico, donde es posible alcanzar entre los 50 a 70°C (*Rodríguez et al*, 2013; *Álvarez et al*, 2013). La termoterapia es una técnica que se utiliza actualmente en como método de saneamiento y regeneración de

plantas libres de virus en varios cultivos, incluyendo al banano y plátano (Wirakarnain *et al*, 2008) El segundo aspecto importante de esta tecnología, es la mayor temperatura y humedad alcanzada dentro de la cámara, dado que estos dos parámetros influyen significativamente en la activación de yemas latentes y por ende mayor tasa de multiplicación (Álvarez *et al*, 2013).

## **2.11. VIVERO DE ACLIMATACIÓN**

Las prácticas siguientes son necesarias solamente para las plántulas de vivero. Al cabo de cuatro semanas, las plántulas estarán enraizadas y tendrán de tres a cuatro hojas verdes.

1. Un vivero de aclimatación es un área cerrada como un invernáculo. Traslade las nuevas plantas desde el laboratorio al vivero de aclimatación tan rápido como sea posible para evitar estresar a las plantas. En el tránsito, evite periodos largos en oscuridad o luz solar directa y temperaturas por debajo de 18°C o por encima de 30°C.
2. Antes del trasplante, remueva el sustrato viejo (agar, por ejemplo) de las plántulas y enjuáguelas con agua limpia antes de meterlas en una solución vigente de fungicida de amplio espectro.
3. Trasplante las plántulas a envases de 10-30 cm<sup>3</sup> rellenos con sustrato limpio cuya calidad sea garantizada y verificable, tal como suelo de turba comercial o suelo para macetas con alta capacidad de retención de agua. Los residuos de cultivos y plantas (por ejemplo, cáscara de arroz, fibra de coco tamizada, aserrín), solos o mezclados con otros residuos y bien abonados, son excelentes materias primas para preparar sustratos y pueden ser usados frescos o abonados. Esterilice todas las materias primas para mezclas de sustratos antes de usarlas.
4. Riegue con agua limpia. Si se sospecha la presencia de nematodos, el agua puede ser filtrada con un filtro de 5  $\mu$ .
5. Facilite el drenaje durante el riego y mejore las condiciones sanitarias colocando las plántulas sobre mesas o estantes.

6. Durante la primera semana, use telas de plástico para crear una cámara compacta alrededor de las plántulas jóvenes para mantener una alta humedad relativa. Esto acelera el desarrollo de las hojas y reduce el estrés de la planta.

7. Las plántulas recientemente trasplantadas son muy sensitivas a cambios en las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y especialmente luz). El éxito de la fase de aclimatación (tasa de sobrevivencia y calidad del material de propagación) depende de la aclimatación gradual a condiciones menos húmedas y más brillantes del ambiente a donde van a ir.

8. Elimine las plantas fuera de tipo tan pronto sean identificadas (FAO Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2013).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.**

### **3.1. LOCALIZACIÓN**

El trabajo se desarrolló en el campus politécnico de la ESPAM “MFL”.

### **3.2. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO**

La investigación se desarrolló en dos experimentos separados que se describen a continuación:

**EXPERIMENTO 1:** Potencial de enraizamiento de tres tamaños de plántulas de plátano obtenidas en cámara térmica a tres métodos de aplicación de fitorreguladores.

### **3.3. MATERIAL VEGETAL**

Para el experimento se utilizó plántulas del clon de plátano Barraganete provenientes de cámara térmica.

### **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

**Factor A** (tamaños de plántulas)

- Plántulas de 6 cm de altura
- Plántulas de 9 cm de altura
- Plántulas de 12 cm de altura

**Factor B** (Métodos de aplicación de fitorreguladores)

- Aplicación en polvo
- Aplicación en pasta
- Aplicación en líquido

### **3.5. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) en arreglo factorial A x B con 9 tratamientos y tres réplicas. La unidad experimental estuvo conformada

por 20 plántulas, que fueron colocadas a enraizar en bandejas plásticas de polietileno previamente llenadas con sustrato a base de turba.

### 3.6. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos registrados fueron analizados mediante el ANOVA y las medias fueron separadas mediante la prueba de Tukey<sub>0.05</sub>, con la ayuda del paquete estadístico Infostat profesional. A continuación, se muestra el esquema del ANOVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	8
Factor A (Tamaños de plántulas)	2
Factor B (Métodos de aplicación de fitorreguladores)	2
A x B	4
Error experimental	18
Total	26

### 3.7. VARIABLES RESPUESTA

- **Porcentaje de enraizamiento:** se determinó a los 20 días después de la siembra en bandejas mediante la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plántulas enraizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de plántulas totales}} \times 100$$

Las plántulas que hasta los 20 días emitieron raíces, se las consideró como plantas muertas.

- **Número de raíces por plántula:** se contabilizó el número de raíces por planta a los 20 días después de la siembra en bandejas.

## **EXPERIMENTO 2:**

Estimar el vigor y calidad de tres tamaños de plántulas que se obtuvo en cámara térmica durante la fase de aclimatación en vivero.

### **3.8. MATERIAL VEGETAL**

Para el experimento se utilizó plántulas enraizadas de los tres tamaños evaluadas en el primer ensayo.

### **3.9. TRATAMIENTOS**

**T1:** Plántulas de 6 cm de altura

**T2:** Plántulas de 9 cm de altura

**T3:** Plántulas de 12 cm de altura.

### **3.10. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL**

Se utilizó el diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos y ocho réplicas. La unidad experimental estuvo conformada por 5 plántulas, las mismas que fueron establecidas en fundas de polietileno de 6 x 9" llenas previamente con un sustrato compuesto por tierra de arado, arena de río y compost en relación 3:1:1. Las plántulas permanecieron por 8 semanas en el vivero, y tiempo después se registrarón las variables morfométricas correspondientes.

### **3.11. ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos registrados fueron analizados mediante el ANOVA y las medias serán separadas mediante la prueba de Tukey<sub>0.05</sub>, con la ayuda del paquete estadístico Infostat profesional. A continuación, se muestra el esquema del ANOVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	2
Error experimental	21
Total	23

### 3.11.1. VARIABLES MORFO-MÉTRICOS Y DE CALIDAD A LOS 60 DÍAS DE ACLIMATACIÓN

Se utilizó los principales índices morfo-métricos y calidad propuestos por Birchler *et al* (1998), para definir la calidad de plantas en condiciones de aclimatación.

- **Altura de planta:** se determinó en cm a los 60 días después del trasplante, midiendo desde el nivel del suelo hasta la V formada por las dos últimas hojas.
- **Diámetro del pseudotallo:** se determinó en mm a nivel del suelo a los 60 días después del trasplante.
- **Número de raíces:** se determinó a los 60 días después del trasplante, para lo cual se contabilizará el número de raíces que se formaron directamente del cormo.
- **Índice de vigor o esbeltez:** es la relación entre la altura de la planta (en cm) y su diámetro (en mm).
- **Peso seco biomasa aérea:** se determinó en g con la ayuda de una balanza gramera a los 60 días después del trasplante. Para ello todo el tejido aéreo de las plantas (hojas, pseudotallo y cormo), fueron colocado en una estufa a 105°C por 72 horas hasta alcanzar peso constante.
- **Peso seco biomasa radical:** se determinó en g con la ayuda de una balanza gramera a los 60 días después del trasplante. Para ello todo el tejido radical, fueron colocado en una estufa a 105°C por 72 horas hasta alcanzar peso constante.
- **Índice de calidad de Dickson:** este índice integra a los anteriores y se calculó 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:

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

- **Área foliar:** Se determinó en cm<sup>2</sup> debido a que son plantas en fase de vivero, lo cual se registrará a los 60 días después del trasplante, y se calculó con la fórmula propuesta por Kumar *et al.* (2002).

$$\text{AFT} = L \times A \times K \times N \times K_2$$

Dónde:

**AFT** = Área foliar total en cm<sup>2</sup>

**L** = Largo de la tercera hoja

**A** = Ancho de la tercera hoja

**K** (0,80) = Factor de curvatura de Murray (1960).

**N** = Número total de hojas al momento de la evaluación

**K<sub>2</sub>** (0,662) = Nuevo factor de curvatura de Kumar *et al.* (2002)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**EXPERIMENTO 1.** Potencial de enraizamiento de tres tamaños de plántulas de plátano obtenidas en cámara térmica a tres métodos de aplicación de fitorreguladores.

El análisis de varianza aplicado al porcentaje de enraizamiento y peso seco radical mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor tamaño de plántula, mientras que para el factor métodos de aplicación de fitorreguladores y la interacción tamaño de plántula y fitorreguladores no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), lo cual evidencia que el enraizamiento depende del tamaño de plántula y es independiente del método de aplicación del fitorregulador (tabla 1).

**Tabla 1.** Efecto de tres métodos de aplicación de fitorreguladores y tres tamaños de plántulas sobre el potencial de enraizamiento de plántulas de plátano obtenidas en cámaras térmicas. Calceta, Ecuador, 2018.

Tratamientos	% de enraizamiento	Peso seco radical (g)	
Efecto del método de aplicación del fitorregulador			
Polvo	85,11	7,07	
Pasta	87,22	6,92	
Líquido	75,78	6,54	
Efecto del tamaño de plántula			
6 cm	70,78 <b>a<sup>U</sup></b>	6,41 <b>a</b>	
9 cm	86,56 <b>b</b>	6,66 <b>b</b>	
12 cm	90,78 <b>b</b>	7,47 <b>b</b>	
Interacción Método aplicación x tamaño de plántula			
Polvo	6 cm	80,00	6,27
	9 cm	83,33	7,13
	12 cm	86,00	7,80
Pasta	6 cm	71,33	6,37
	9 cm	96,00	6,93
	12 cm	92,00	7,47
Líquido	6 cm	61,00	6,60
	9 cm	80,33	5,90
	12 cm	94,33	7,13
C.V. %	14,84	9,48	
p-valor ANOVA			
Método de aplicación	0,1414 <sup>NS</sup>	0,2415 <sup>NS</sup>	
Tamaño de Plántula	0,0080*	0,0084*	
Método x tamaño	0,6250 <sup>NS</sup>	0,3173 <sup>NS</sup>	

<sup>NS</sup> No significativo al 5%; \* Significativo al 5%

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

En la tabla 1, se aprecia que las plántulas de mayor tamaño alcanzaron mayor tasa de enraizamiento y peso seco radical, donde las plántulas de 12 cm obtuvieron 90,78% de enraizado y 7,47 g de peso seco. Los resultados de enraizamiento se asemejan a los reportados por Cedeño et al. (2016) quienes evaluaron el enraizamiento tres tamaños de plántulas obtenidas en cámara térmica, de las cuales las de mayor tamaño obtuvieron el mayor enraizamiento con 94,70%.

Estos resultados también se acercan a los obtenidos por Gabriel et al. (2013) quienes mencionan haber alcanzado 100 % de supervivencia y enraizado en plántulas de banano cv. Lacatan con tamaños en altura de 7-10 cm, en contraste con el 86,67 % obtenido por el mismo autor con tamaños de 3-6 cm. De igual manera, Sosa, Ortiz, Hernández, Armas y Guillen (2009) obtuvieron mayor supervivencia y enraizamiento en explantes de heliconia standley mayores a 3 cm, en comparación a los explantes de menor tamaño. Resultados similares fueron hallados por Goswami y Handique (2013) en tres cultivares de banano.

El hecho de que las plántulas de mayor tamaño alcanzaron mayor potencial de enraizado sugiere la posibilidad de que en este estado la plántula presente mayor cantidad de meristemas radiculares diferenciados y activos a nivel del cormo, y por lo tanto, fisiológicamente tienen mayor aptitud para enraizar y sobrevivir (Cedeño et al., 2016). En este sentido Taji, Kumar y Lakshmanan (2002) mencionan que a mayor tamaño del explante mayor será el potencial organogénico y la regeneración directa de órganos.

**EXPERIMENTO 2:** Crecimiento y calidad de tres tamaños de hijuelos obtenidas en cámara térmica durante la fase de aclimatación en vivero.

La altura de planta a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0001$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 1), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 45,63 cm de altura, en relación a las

de 6 y 9 cm que alcanzaron 19,88 y 32,00 cm de altura. De acuerdo a los resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 56.43 y 29.87% de incremento en altura.

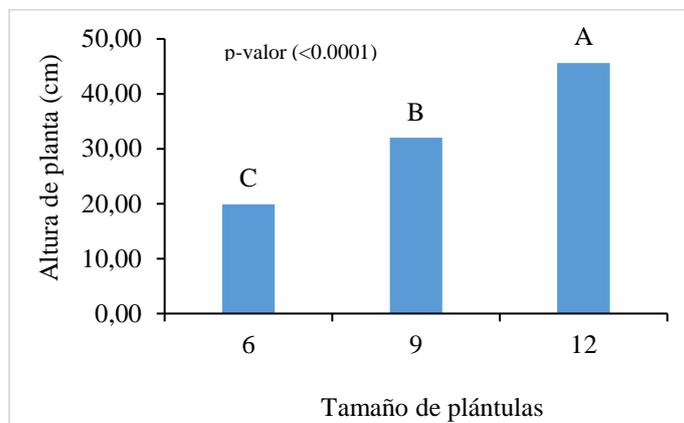


Figura 1. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre la altura de plántulas de plátano a los 60 días después de trasplante a contenedores.

El diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0001$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 2), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 39.49 mm de diámetro, en relación a las de 6 y 9 cm que alcanzaron 15,35 y 25,39 mm de diámetro. De acuerdo a los resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 61.13 y 35.71 % de incremento en altura.

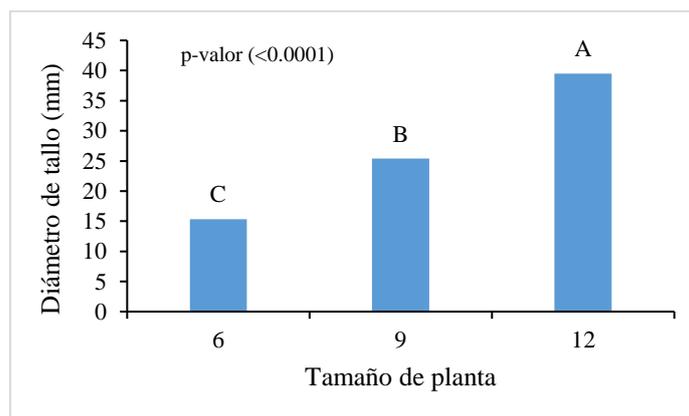


Figura 2. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el diámetro de tallo de plántulas de plátano a los 60 días del trasplante a contenedores.

El índice de vigor a los 60 días después del trasplante a contenedores no fue influenciado significativamente ( $p>0.05$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 3), lo cual indica que esta variable es independiente del tamaño de hijuelo procedente

de cámara térmica. Lo anterior sugiere que la altura y tallo se mantienen en equilibrio y que no es dependiente del tamaño del hijuelo.

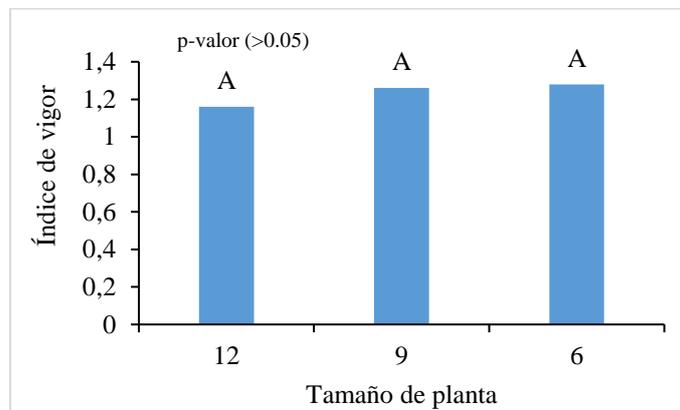


Figura 3. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el índice de vigor de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.

El número de raíces a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0003$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 4), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron mayor cantidad de raíces, en relación a las de 6 y 9 cm que produjeron menor cantidad de raíces. De acuerdo a los resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 60,25 y 43,75 % de incremento en la cantidad de raíces.

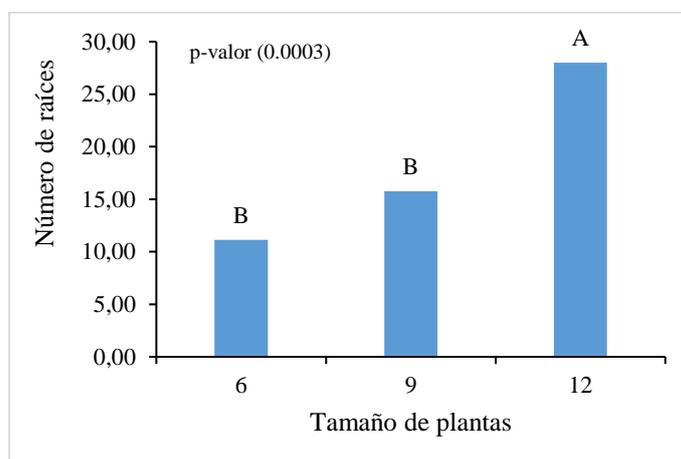


Figura 4. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el número de raíces de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.

La longitud de raíces a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0456$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 5), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 50,25 cm de longitud, en relación a las de 6 y 9 cm que alcanzaron 33,25 y 39,88 cm de longitud. De acuerdo a los

resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 33,83 y 20,64 % de incremento en longitud radical.

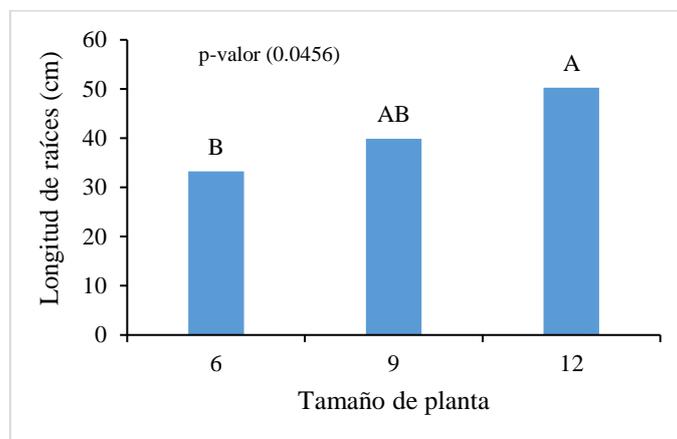


Figura 5. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre la longitud de raíces de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.

El peso seco de plantas a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0001$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 6), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 63,58 g, en relación a las de 6 y 9 cm que alcanzaron 22,95 y 42,75 g. De acuerdo a los resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron 63,90 y 32,76 % de incremento en peso seco.

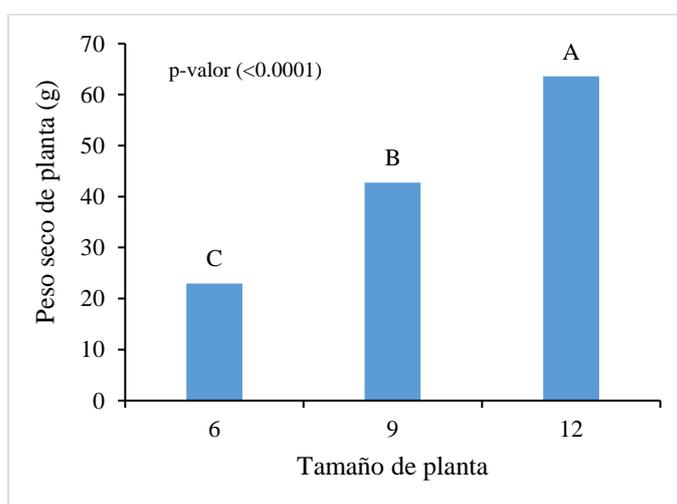


Figura 6. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el peso seco de plantas de pantano a los 60 días después del trasplante a contenedores.

El área foliar a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0375$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 7), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 3106,04 cm<sup>2</sup>, en relación a las de 6 y 9 cm que alcanzaron 1019,52 y 1744,92 cm<sup>2</sup>. De acuerdo a los resultados

obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 67,18 y 43,82 % de incremento en área foliar.

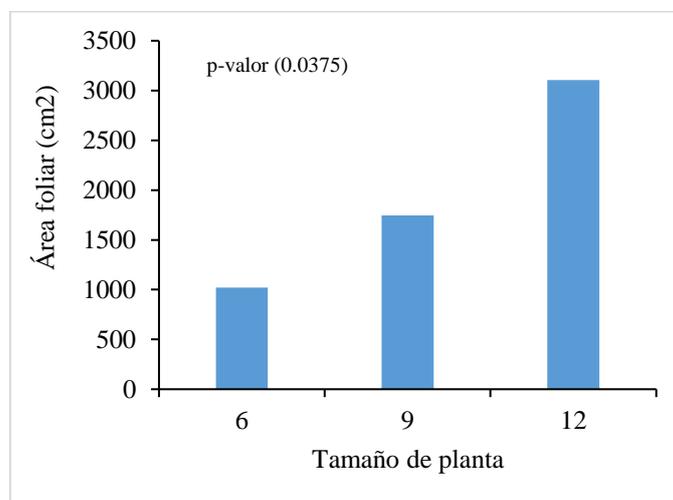


Figura 7. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el área foliar de plántulas de plátano a los 60 días después del trasplante a contenedores.

El índice de calidad de Dickson a los 60 días después del trasplante a contenedores fue influenciada significativamente ( $p=0.0015$ ) por el tamaño de hijuelo (figura 8), donde las plántulas de 12 cm alcanzaron 18,56, en relación a las de 6 y 9 cm que alcanzaron 9,08 y 10,81. De acuerdo a los resultados obtenidos las plantas de 12 cm lograron un 51,08 y 41,76 % de calidad de planta.

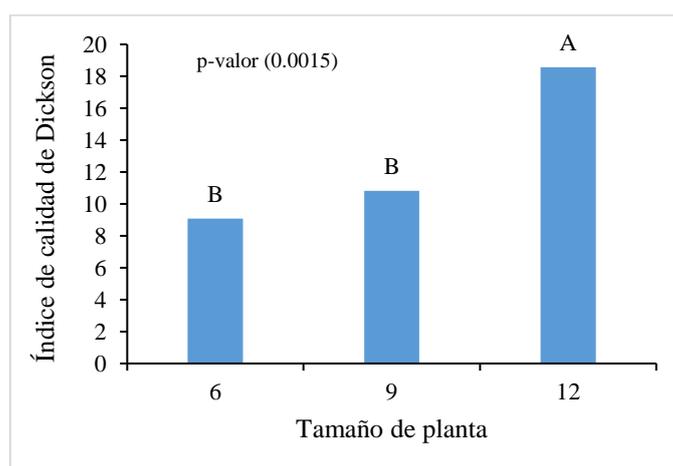


Figura 8. Efecto de tres tamaños de hijuelos obtenidos en cámara térmica sobre el índice de calidad Dickson de plántulas de plátano a los 60 días después de trasplante a contenedores.

Los resultados hallados se asemejan a los obtenidos por Cedeño et al. (2016) y Cedeño et al. (2017) quienes obtuvieron mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de raíces, peso seco de plántulas, área foliar e índice de calidad

de Dickson en plántulas de banano de mayor tamaño, en comparación a plántulas de menor tamaño que alcanzaron menores atributos de crecimiento y calidad bajo condiciones de vivero. Estos resultados se aproximan a los obtenidos por Gabriel, Atis, Badar y Pascua (2013) quienes mencionan haber alcanzado 100 % de supervivencia y enraizado en plántulas de banano cv. Lacatan con tamaños en altura de 7-10 cm, en contraste con el 86,67 % obtenido por el mismo autor con tamaños de 3-6 cm. De igual manera, Sosa, Ortiz, Hernández, Armas y Guillen (2009) obtuvieron mayor supervivencia y enraizamiento en explantes de *Heliconia standley* mayores a 3 cm, en comparación a los explantes de menor tamaño. Resultados similares fueron hallados por Goswami y Handique (2013) en tres cultivares de banano.

Por otra parte, los resultados sugieren que las plántulas de mayor tamaño al alcanzar mayor área foliar fueron más eficientes en la asimilación de carbono y acumulación de materia seca, con lo que lograron un mejor desarrollo durante los 60 días de aclimatación. En este sentido, Hunt (2003) menciona que el área foliar es considerado como una medida de asimilación y acumulación de carbono por la planta. Debido al tamaño de la hoja pueden existir diferencias en cuanto a la actividad fotosintética de la plántula (Cayón, 2004), puesto que está regulada por características tales como edad y tamaño de la superficie foliar, estado de desarrollo de la planta y tipo de material de siembra (Galán y Robinson, 2013).

Los resultados se asemejan a los reportados por Rodríguez y Ramírez (2006) quienes utilizaron las mismas variables para estimar la calidad de plántulas de banano bajo el efecto de distintos sustratos, siendo uno de los pocos trabajos reportados en la literatura para determinar la calidad de plántulas de banano a través de este tipo de índices que integran diversidad de variables. Cabe aclarar que el índice de calidad de Dickson fue desarrollado para estimar la calidad de plántulas en viveros forestales, razón por la cual existe escasa información sobre su uso en especies herbáceas como las musáceas y otras especies frutales. Sin embargo, es posible evidenciar que varios autores utilizan estos índices en otras especies tales como pimiento y café (Arizaleta y Pire, 2008; Guzmán et al, 2012), por lo tanto, su aplicación puede ser de gran utilidad para determinar índices de calidad en plántulas de banano en fase de aclimatación. Finalmente, el mayor desempeño de las plántulas de mayor tamaño durante los 60 días de

crecimiento, puede estar en función de su mejor capacidad fisiológica para responder a los procesos activos que involucran crecimiento y desarrollo. Otra hipótesis que podría explicar el mayor crecimiento alcanzado por las plántulas de 12 cm, puede relacionarse a su mayor tamaño y contenido endógeno de reguladores de crecimiento (Cedeño *et al.*, 2016).

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Las plántulas de 12 cm mostraron mejor capacidad de enraizamiento, independientemente del método de aplicación de fitorreguladores.
- Los tres métodos de aplicación de fitorreguladores enraizantes fueron eficaces para promover el enraizamiento de plántulas de plátano.
- Las plántulas de 12 cm mostraron mayor desarrollo y calidad durante la fase de aclimatación.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Extraer plantas de la cámara térmica de 12 cm de tamaño con la finalidad de asegurar mayor tasa de enraizamiento, desarrollo y calidad durante la fase de aclimatación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguas, A; Martínez, M. 2003. Técnicas rápidas para la multiplicación de semillas de plátano. Ecorregión Caribe. 7 p. (Boletín divulgativo no. 69).
- Álvarez, A; 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). 16 p. (Publicación CIAT no. 384).
- Arias, P; Dankers, P; Liu, P; 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.
- Arizaleta, M; Pire, R. 2008. Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia* 42:47-55.
- 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: 109-121.
- Cayón, D. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa AAB Simmonds*). 172 – 183 pp. En: *Memorias de la XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004*, Oaxaca, México.
- Cedeño, G. 2015. Biorreguladores para la propagación intensiva del banano williams (*musa aaa simmonds*) en cámara térmica. Tesis. Magister Scientiae Producción Agrícola. Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Cedeño, G; Soplin, H; Cargua, J. y Cedeño, G. 2016. Potencial de enraizamiento en agua y vigor de plántulas de banano obtenidas en cámara térmica. *La Técnica* 16: 6 – 15.
- Costa, F; Pasqual, M; Santos, A; Castro, E; Scherwinski, J. 2008. Modificações na anatomia foliar de bananeiras durante o proceso de micropropagação. *Interciencia* 33: 663-667.
- Coto, J. 2009. Guía para la multiplicación rápida de cormos de banano y plátano 2da edición. La Lima, Honduras. FHIA. 14 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo: La inseguridad alimentaria en crisis prolongada. Roma, Italia. FAO. 68 p.
- FAO. 2013. Manejo de viveros y aclimatación de plántulas. (En Línea). Rom. Consultado 13 de jul. 2017. Formato HTM. Disponible en: <http://www.fao.org>
- FAOSTAT | © FAO Dirección de Estadística 2013 | 13 julio 2017. [Consultado en línea]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- FHA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2009. Guía para multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. (En línea). Consultado, 6 de jun. 2017. Formato PDF. Disponible en [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)
- Gabriel, M; Atis, M; Badar, A., y Pascua, M. (2013). Development of low-cost and rapid multiplication techniques of tissue-cultured *Musa acuminata* (AAA Group) cv. 'Lacatan' banana seedlings. *MMSU Science and Technology Journal*, 3(1), 108–124.
- Galán, V; Robinson, J. 2013. Fisiología, clima y producción del banano. 43 – 57 pp. En: Memoria de la XX Reunión Internacional ACORBAT 2013, Fortaleza, Brasil.
- Goswami, N; y Handique, P. (2013). Explants size response to in vitro propagation of *Musa* (AAA Group) 'Amritsagar' *Musa* (AABGroup) 'Malbhog' and *Musa* (AAB Group) 'Chenichampa' banana. *Indian Journal of Applied Research* 3, (8), 40 – 43.
- Guzmán, A; Borges, L; Pinzón, L; Ruíz, E; Zuñiga, J. 2012. Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. *Agronomía Mesoamericana* 23(2):247-257.
- Hunt, R. 2003. Growth analysis individual plants. 579-588. En: Thomas, B., D.J. Murphy and B.G. Murray (Eds). *Encyclopaedia of applied plant sciences*. Academic Press, London. 1618 p.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2012. Situación de la Seguridad Alimentaria en las Américas. En: XLII Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). San José, Costa Rica. Abril del 2012. 50 p.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias). 2012. Banano, plátano y otras musáceas. (En línea). Consultado, 6 de jun. 2017. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Kumar, N; Krishnamoorthy, V; Nalia, L; Soorianathasundharam, K. 2002. Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. InfoMusa 11(2): 42 – 43.
- Lescot, T; Staver, C. 2013. Bananas, plátanos y otras especies de musáceas. pp 17 – 35. En: Material de propagación de calidad declarada: Protocolos y normas para material propagado vegetativamente. FAO-CIP (Eds.), Roma, Italia. 157 p.
- Loeillet, D. 2012. Mercado bananero internacional: De un mundo al otro. En: II Conferencia del Foro Mundial bananero celebrado en Guayaquil, Ecuador, 28-29 febrero 2012. 1 – 5 pp
- Lligüin, R. 2015. Uso de auxinas a tres tiempos para enraizamiento de estacas de mora de castilla sin espinas (*rubus glaucus benth*). Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador.
- Lucero, D. 2013. Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta *Coffea canephora*. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) 2013. Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). Cultivo de banano: Superficie, Producción y Rendimiento [Base de datos en línea] Ecuador, 2013. Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/superficie-produccion-y-rendimiento> [Consultado el 13 de Julio del 2017].
- Manzur, D. 2001. Propagación masiva in situ del híbrido de plátano FHIA-20 utilizando bencilaminopurina. InfoMusa 10 (1) 3 – 4.

- Murray, D. 1960. The effect of deficiencies of the major nutrients on growth and leaf analysis of the banana. *Tropical Agricultural* 37:97-106.
- Naciones Unidas. 2008. Como afrontar la crisis alimentaria mundial: Políticas de comercio, inversión y productos básicos fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria sostenible y aliviar la pobreza. Nueva York, USA. 67 p.
- Njukwe, E; Tenkouano, A; Amah, D; Sadik, K; Muchunguzi, P; Nyine, M; Dubois, T. 2007. Macro-propagation of banana and plantain. Yaounde, Cameroon. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 23 p
- Panis, B. 2009. Crioconservación de germoplasma de Musa. 2a edición. En: F. Engelmann; E. Benson (Eds.). Montpellier, France, Bioversity International. 51 p. (Guías técnicas no. 9).
- Ruíz, M; Ureña, M. 2009. Situación actual y perspectivas del mercado del plátano. Economic Research Service (ERS) – USAID – MIDAS. 16 p.
- Robinson, J; Galán, V. 2011. Plátanos y Bananas (2da ed.). Mdríd, España. Ediciones Mundi-Prensa. 321 p.
- Rodríguez, D; Ceballos, G; Mejía, J; Álvarez, E; Lugo, O. 2013. Construcción, implementación y estandarización de cámara térmica para producción de semilla de plátano libre enfermedades. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 13 p
- Rodríguez, G. y Ramírez, H. 2006. Efecto de diferentes sustratos y dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de banano. pp 605 – 615. En: Memoria de la XVII Reunión Internacional ACORBAT 2006, Joinville, Brasil.
- Singh, H; Selvarajan, R; Uma, S; Karihaloo, J. 2011. Micropropagation for production of quality banana planting material in Asia-Pacific. New Delhi, India. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB). 92 p.
- Soto, M. 2008. Banano: Técnicas de Producción, Manejo Poscosecha y Comercialización (3 ed.). San José, Costa Rica. Litografía e Imprenta LIL, 5. A. 1090 p.

Sosa, F; Ortiz, R; Hernández, R., Armas, P; y Guillen, D. (2009). Propagación in vitro de *Heliconia standley* Macbride en Cuba. Revista Chapingo Serie Horticultura, 15(2): 17-23.

Tenkouano, A; Hauser, S; Coyne, D; Coulibaly, O. 2006. Clean planting material and management of practices for sustained production of banana and plantain in Africa. *Chronica Horticulturae* 46(2): 14 –18.

Taji, A., Kumar, P; y Lakshmanan, P. (2002). *In vitro* Plant Breeding. New York, USA: Food Products Press.

Wirakarnain, S; Hossain, B; Chandran, S. 2008. Plantlet production through development of competent multiple meristem cultures from male inflorescence of banana, *Musa acuminta* cv. 'Pisang Mas' (AA). *Ameri Journal of Biochemistry and*

**ANEXOS.**

## ANEXO 1. CORTE Y PREPARACIÓN DEL SUELO



Recolección y corte de plántulas de plátano extraída de la cámara térmica.



El tamaño de plántulas obtenidas por cormo.



Preparación de suelo donde se va a colocar las plántulas



El producto que se utilizó para la formación de raíces.

## ANEXO 2. SIEMBRA PLÁNTULAS DE PLÁTANO.



Llenado de las fundas con el sustrato y el producto.



Siembra de las plántulas de 6cm de altura en las bandejas



Siembra de plántulas de 6 a 12 cm de altura en fundas.



Siembra total de las plántulas de plátano para su estudio.

### ANEXO 3. RIEGO Y LIMPIEZA DE LAS PLANTULAS.



Riego de las plántulas sembrada.



Limpieza de las plántulas de plátano.



Medición del ancho de plántula de plátano.



Medición de la altura de la planta.

## ANEXO 4. PESADO EN SECO Y HUMEDO.



La muestra encima de la balanza analítica peso húmedo.



Sacando la muestra de la balanza analítica.