



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

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

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

MECANISMO: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**MACROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO EN CÁMARA TÉRMICA
EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE CORMO,
BENCILAMINOPÚRINA Y TIPO DE PLÁSTICO**

AUTORES:

**KELVIN DAMIÁN ALCÍVAR MEDINA
FRANK ALEXANDER TUAREZ CAMACHO**

TUTOR:

ING. GALO CEDEÑO, MG. SC

CALCETA, NOVIEMBRE 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

KELVIN DAMIÁN ALCÍVAR MEDINA, con cédula de ciudadanía 1350740997 y **FRANK ALEXANDER TUAREZ CAMACHO**, con cédula de ciudadanía 0804325397, declaramos bajo juramento que el Trabajo de integración Curricular Titulado: Macropropagación del plátano en cámara térmica en función del tamaño de cormo, bencilaminopúrina y tipo de plástico 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.



.....
KELVIN D. ALCÍVAR MEDINA
CC: 1350740997



.....
FRANK A. TUAREZ CAMACHO
CC: 0804325397

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

KELVIN DAMIÁN ALCÍVAR MEDINA, con cédula de ciudadanía 1350740997 y **FRANK ALEXANDER TUAREZ CAMACHO**, con cédula de ciudadanía 0804325397, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López , la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de integración Curricular Titulado: Macropropagación del plátano en cámara térmica en función del tamaño de cormo, bencilaminopúrina y tipo de plástico, cuyo contenido, ideas y criterio son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



.....
KELVIN D. ALCÍVAR MEDINA

CC: 1350740997



.....
FRANK A. TUAREZ CAMACHO

CC: 0804325397

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA certifico haber tutelado el trabajo de Integración Curricular titulado: **MACROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO EN CÁMARA TÉRMICA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE CORMO, BENCILAMINOPÚRINA Y TIPO DE PLÁSTICO**, que ha sido desarrollado por **KELVIN DAMIÁN ALCÍVAR MEDINA** y **FRANK ALEXANDER TUAREZ CAMACHO** previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA, Mg. Sc
CC:
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de Integración Curricular **MACROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO EN CÁMARA TÉRMICA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE CORMO, BENCILAMINOPÚRINA Y TIPO DE KELVIN DAMIÁN ALCÍVAR MEDINA** y **FRANK ALEXANDER TUAREZ CAMACHO**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. LENÍN VERA MONTENEGRO, PhD

CC:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
ING. JOSÉ REYNA BOWEN, PhD

CC:

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
ING.FROWEN CEDEÑO SACÓN, Mg.Sc

CC:

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por permitirnos que todo el plan nuestra investigación se realizó con normalidad, y así poder finalizar la investigación de la mejor manera, a nuestros padres que son los pilares fundamentales en nuestra vida, quienes de una u otra manera siempre estuvieron dándonos su apoyo en cada momento, siendo motivados constantemente con palabras de aliento día a día para superarnos.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos brindó la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos adquirido todos sus conocimientos profesionales día a día.

Al Ing. Galo Cedeño, por ser nuestro tutor que nos guió con gran dedicación, sacrificio y responsabilidad, en el proceso investigativo.

A nuestros docentes que han formado parte de la carrera de ingeniería Agrícola que desde el primer día que ingresamos a ser parte de la familia politécnica entregaron toda su dedicación y tiempo, gracias por instruirnos a crecer como profesionales exitosos.

A la ingeniera, Geoconda López y el tecnólogo Alfredo Pinargote, que aportaron desinteresadamente con sus conocimientos y apoyo logístico durante la ejecución de la investigación.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Ante todo, en primer lugar, al todopoderoso por permitirnos la existencia, y seguir adelante, más aún en los momentos difíciles que atravesamos en el mundo y siempre mantenernos claro por la misión que cumplir, a él le dedico uno de mis mayores esfuerzos.

Este trabajo se lo dedico a mis padres Gustavo Alcívar en especial a mi mayor inspiración mi madre Almada Medina, por sus consejos brindados, por su entrega y preocupación incondicional, por estar en los momentos “difíciles y fáciles”, “tristezas y alegrías” que se presentaron durante mi formación en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, además al Dr. Franklin Carofílis que me brindo su ayuda cuando más la necesite.

A mis ángeles que están en el cielo, Dalinda Alcívar y Víctor Bryan Vera Barreiro que fueron pieza clave dentro de la investigación les dedico con mucha perseverancia este logro, hoy me llena de satisfacción y puedo decir que lo hemos logrado Bryan. Tu lema de vida aún sigue vigente que hay que perseverar para lograr todo en la vida así dejemos alma, vida y corazón para dejar una huella de satisfacción a cada uno de nuestros seres amados. Es gratificante saber que también forma parte de los ingenieros de la familia Agrícola que un día iniciamos con un sueño en común y finalmente esta cristalizado.

KELVIN D. ALCÍVAR MEDINA

DEDICATORIA

Consagro esta investigación a quien ha forjado mi camino y me ha adiestrado hacia el sendero correcto, a Dios que en todo momento a estado allí ayudándome a aprender de mis errores y a no perpetrar otra vez.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, gracias mamá gracias papá los amos.

A mis hermanos que siempre han estado allí apoyándome a seguir adelante para cumplir mis objetivos, a mis abuelitas que de una u otra manera han estado siempre guiándome con sus oraciones.

A todos mis amigos compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera, a mi compañero de tesis que estuvo allí en todo momento de nuestra ardua investigación.

A mi amigo que hoy en día no está con nosotros le dedico este triunfo que desde allá arriba está muy feliz por nosotros por haber alcanzado este sueño que también fue el suyo Bryan hermano este logro es de los dos.

FRANK A. TUAREZ CAMACHO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1 CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 FORMULACION Y PLANTEAMIENTO 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, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER	3
2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE PLÁTANO	4
2.2 MÉTODOS CONVENCIONALES DE PROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS.....	4
2.2.1 REGENERACIÓN NATURAL (MÉTODO TRADICIONAL).....	5
2.2.2 MACRO-PROPAGACIÓN.....	6
2.2.3 MÉTODO MASIVO EN CÁMARA TÉRMICA	6
2.3 USO DE BENCILAMINOPURINA EN LA MACROPROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS	7

2.4	INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CORMO SOBRE LA PROLIFERACIÓN DE MUSÁCEAS.....	9
2.4.1	INFLUENCIA DEL TIPO DE PLÁSTICO.....	10
2.4.2	TIPOS DE PLÁSTICOS.....	10
2.4.2.1	POLIETILENO (PE).....	10
2.4.2.2	COPOLÍMERO ETILENO VINILACETATO (EVA).....	10
2.4.2.3	POLICLORURO DE VINILO (PVC).....	11
2.4.2.4	POLICARBONATO (PC).....	11
2.4.2.5	PLÁSTICO TÉRMICO TRASPARENTE U OSCURO.....	11
2.4.2.6	PLÁSTICOS RECICLABLES.....	11
3	CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO	12
3.2	MATERIAL VEGETAL.....	12
3.3	EXPERIMENTO 1	12
3.3.1	FACTORES EN ESTUDIO	12
3.4	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PLÁTANO CV. BARRAGANETE.....	14
3.5	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PROPAGACIÓN.....	15
3.6	DESCRIPCIÓN DE LA CÁMARA TÉRMICA.....	15
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS.....	16
3.7.1	ESQUEMA DEL ANOVA	16
3.8	VARIABLES A REGISTRARSE	16
3.9	EXPERIMENTO 2.....	17
3.9.1	FACTORES EN ESTUDIO	17
3.9.1.1	FACTOR A (AMBIENTE DE PROPAGACIÓN).....	16
3.9.1.2	FACTOR B (BENCILAMINAPURINA).....	16
3.10	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS.....	17
3.10.1	ESQUEMA DEL ANOVA.....	17

3.11	VARIABLES A REGISTRARSE	18
4	CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES AGRONÓMICAS DEL EXPERIMENTO 1.....	19
4.1.1	DÍAS A BROTACIÓN.....	19
4.1.2	TASA DE MULTIPLICACIÓN DE CORMOS.....	20
4.1.3	TASA DE MULTIPLICACIÓN POR m ²	20
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1.....	21
4.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES AGRONÓMICAS DEL EXPERIMENTO 2.....	22
4.3.1	DÍAS A BROTACIÓN.....	22
4.3.2	TASA DE MULTIPLICACIÓN DE CORMOS.....	22
4.3.3	TASA DE MULTIPLICACIÓN POR m ²	23
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2.....	24
5	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
6	BIBLIOGRAFÍA	26
7	ANEXOS	32

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS:

Cuadro 3.1. Esquema de ANOVA experimento 1.....14

Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA experimento 2.....15

TABLAS:

Tabla 4.1. Tiempo de brotación del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de cormo y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....17

Tabla 4.2. Tasa de multiplicación del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de cormo y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....18

Tabla 4.3. Tasa de multiplicación por m² del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de cormo y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....18

Tabla 4.4. Tiempo de brotación del plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopúrina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....20

Tabla 4.5. Tasa de multiplicación de cormos de plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopúrina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....20

Tabla 4.6. Tasa de multiplicación por m² de plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopúrina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.....21

FIGURAS:

Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental.....12

Figura 2. Tamaños de hijuelos que serán utilizados para la propagación en cámara térmica.....12

Figura 3. Microcormos de 200 – 400 g de peso y cormo de planta madre que serán utilizados en la investigación como tratamiento testigo.....12

RESUMEN

La propagación de plátano en cámara térmica es una tecnología alternativa, económica y efectiva para producir plántulas de calidad. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del tamaño de cormo, Bencilaminopurina y el tipo de plástico sobre la tasa de multiplicación del plátano en cámara térmica. La investigación se desarrolló durante la temporada seca del 2020, en el centro de investigación CIIDEA de la ESPAM MFL. Se desarrollaron dos experimentos separados. En el primero se evaluó seis tamaños de cormo en función de la altura del hijuelo (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, cormos madres cosechados y cebollines) y dos colores de plástico como cubierta de la cámara térmica (color negro y transparente). En el segundo experimento se probaron el efecto de la bencilaminopurina – BAP (con BAP y sin BAP) y dos colores de plástico como cubierta de la cámara térmica (color negro y transparente). En ambos ensayos se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial A x B. Las variables registradas fueron días a brotación y tasa de multiplicación por cormo y m² de cámara térmica. Los resultados mostraron que el color de plástico negro fue efectivo para reducir el tiempo de brotación de los cormos, pero no para incrementar la tasa de multiplicación con relación al plástico transparente. Los cormos madres cosechados alcanzaron la mayor tasa de multiplicación individual con 35 plántulas. Los cebollines lograron la mayor tasa de multiplicación por m² de cámara térmica con 443 plántulas. Finalmente, el tratamiento con BAP produjo la mayor tasa de multiplicación por cormo y m² con 29 y 398 plántulas, respectivamente.

PALABRAS CLAVES: Musa AAB, Tamaño de rizoma, Regulador de crecimiento, Color de plástico, Cámara de propagación

ABSTRACT

The propagation of plantain in a thermal chamber is an alternative, economical and effective technology to produce quality seedlings. The objective of the work was to evaluate the influence of the corm size, Benzylaminopurine and the type of plastic on the multiplication rate of the banana in a thermal chamber. The research was developed during the dry season of 2020, at the CIIDEA research center of ESPAM MFL. Two separate experiments were performed. In the first, six sizes of corm were evaluated depending on the height of the sucker (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, harvested mother corms and chives) and two colors of plastic as a cover for the thermal camera (black and transparent). In the second experiment, the effect of benzylaminopurine BAP (with BAP and without BAP) and two colors of plastic as cover of the thermal camera (black and transparent color) were tested. In both trials, a completely randomized design with an A x B factorial arrangement was used. The variables recorded were days to sprouting and multiplication rate per corm and m² of thermal camera. The results showed that the black plastic color was effective to reduce the sprouting time of the corms, but not to increase the multiplication rate in relation to the transparent plastic. The harvested mother corms reached the highest individual multiplication rate with 35 seedlings. Chives achieved the highest multiplication rate per m² of thermal camera with 443 seedlings. Finally, the BAP treatment produced the highest multiplication rate per corm and m² with 29 and 398 seedlings, respectively.

KEYWORDS

Musa AAB, Rhizome size, Growth regulator, Plastic color, Propagation chamber

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales limitantes que enfrentan los productores plataneros al momento de renovar o extender nuevas áreas de cultivo, es la escasez de semillas de calidad disponible para la siembra. Tradicionalmente, el tipo de semilla más utilizada por pequeños productores, 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, siendo una práctica inadecuada que contribuye a la diseminación de plagas y enfermedades a través del material de siembra, lo cual causa disminución de la producción (Soto, 2006; Armijos, 2008). Así mismo, otra problemática de la semilla tradicional es la heterogeneidad de la semilla, que dificulta establecer plantaciones homogéneas.

La propagación de plantas de plátano vía cultivo de tejidos es siempre la mejor opción, dado que presenta algunas ventajas como precocidad, homogeneidad y libre de problemas fitosanitarios. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrece este método de propagación, implica un alto costo que limita la adquisición de plantas por los productores (Hanumantharaya et al., 2009; Mugo et al., 2013). Ante esta situación, la macropropagación en cámara térmica viene siendo un método cada vez más utilizado por los productores plataneros, debido a su facilidad, bajo costo y accesibilidad de la tecnología. En términos de tasas de multiplicación, la propagación de plátano en cámara térmica, se considera un métodos intermedio en comparación a la regeneración natural y la propagación masiva in vitro (Njau et al., 2011). Se ha sugerido, que el uso de biorreguladores y ambientes con altas temperaturas incrementan la tasa de multiplicación del plátano. Así mismo, se ha sugerido que el tamaño del rizoma podría influir sobre su tasa de multiplicación; sin embargo, esto no ha sido ampliamente estudiado, motivo por el cual se plantea la pregunta de investigación siguiente:

¿El tamaño del cormo, uso de bencilaminopurina y el tipo de plástico podrían influenciar la tasa de multiplicación del plátano en cámara térmica?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La técnica de la macro-propagación en cámara térmica, se convierte en una opción accesible, barata y de fácil uso para pequeños productores de banano y plátano, dado que la cámara térmica ofrece la ventaja de la termoterapia que permite limpiar el material de siembra de plagas y enfermedades, así como también activar yemas latentes y potencializar la tasa de multiplicación, aunque esto último podría también depender del tipo de plástico utilizado (Rodríguez *et al*, 2013; Álvarez *et al*, 2013).

La aplicación de nuevas técnicas agrícolas en los cultivos, tienden a mejorar su productividad y rentabilidad del mismo. En el cultivo de plátano se han desarrollado nuevas tecnologías de macro-propagación masiva de material de siembra, la cual debe ser validada con la finalidad de valorar su impacto productivo y económico. En este sentido la evaluación de la macro-propagación de plátano en cámara térmica en función al tamaño de cormo no ha sido estudiado profundamente bajo condiciones de la provincia de Manabí, por lo que no se dispone de información suficiente relacionada a la temática, razón por la cual es la propuesta de esta investigación.

Según la ONU (2015), indica que en el documento Transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en su objetivo número dos: “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”; en su meta número 2.5: “De aquí a 2030, mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus correspondientes especies silvestres, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales conexos y su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la influencia del tamaño de cormo, Bencilaminopúrina y el tipo de plástico; sobre la tasa de multiplicación del plátano bajo condiciones de cámara térmica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de cuatro tamaños de cormo sobre la tasa de multiplicación del plátano en cámara térmica.
- Establecer la influencia de aplicación de Bencilaminopúrina (BAP) sobre la tasa de multiplicación del plátano en cámara térmica.
- Comparar la tasa de multiplicación del plátano en cámaras térmicas con plástico transparente y oscuro.

1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER

El tamaño de cormo, la aplicación de becilaminopurina y uso de cámara térmica, influye significativamente sobre la tasa de multiplicación del plátano.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE PLÁTANO

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, y son generadores de divisas y fuentes de empleo. A nivel comercial, el banano y plátano constituyen las frutas de mayor exportación en términos de volumen y la segunda, luego de los cítricos, en términos de valor comercial (Singh *et al.*, 2011). Como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte de los países en vía de desarrollo y proporcionan ingreso y empleo a las poblaciones rurales (Ruíz y Ureña, 2009; Álvarez *et al.*, 2013).

Según cifras oficiales hasta el año 2013, se reportan en el país 155441 ha de plátano de las cuales 108421 ha están bajo el sistema de monocultivo y 43020 ha se encuentran asociadas con otros cultivos, de las cuales se cosecharon un total de 121824 ha con una producción total de 604133 TM. Las pérdidas de producción en el año 2013 fueron 3992 ha las cuales, por causas de inundaciones, sequias, heladas u otras razones también fueron afectadas por factores bióticos como enfermedades y plagas (INEC, 2015).

2.2 MÉTODOS CONVENCIONALES DE PROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS

Uno de los principales factores para lograr el éxito de una explotación comercial de banano, es la selección y obtención de semillas o material de siembra en cantidad suficiente, con calidad fisiológica adecuada (vigor), y libre de plagas y enfermedades, sin que esto implique una elevación exagerada en los costos iniciales del cultivo (Martínez *et al.*, 2004). El establecimiento de un plantío en óptimas condiciones (apariencia deseable, vigor y excelente aspecto fitosanitario) que facilite la instalación y manejo de un lote comercial, con plantas uniformes en su tasa de desarrollo fisiológico, y obtener fructificación y cosechas uniformes, solo ha sido posible con la utilización de vitroplantas (Martínez *et al.*,

2004).

Sin embargo, a través de una selección rigurosa de plantas en etapa de vivero, sometidas a un estricto control, también ha sido posible lograr este objetivo con plantas provenientes de otros métodos de propagación; lo cual implica la aplicación de medidas fitosanitarias dirigidas a las semillas previo al establecimiento del vivero tales como: remoción del tejido necrótico de la superficie del cormo, desinfección (tratamientos químicos y físicos), selección de semilla por tamaño y propagación por métodos inductivos (Aguilar *et al.*, 2004).

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 (Souza *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2011). Bajo este contexto, el potencial de prolífico del cormo de las musáceas ha impulsado a los investigadores a idear nuevas prácticas y metodologías de propagación con la finalidad de obtener mayores tasas de multiplicación en el menor tiempo posible (Aguas y Martínez, 2003).

2.2.1 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). Además, los agricultores seleccionan el material de siembra de acuerdo a características agronómicas tales como edad y tamaño del rizoma (Lescot y Staver, 2013), características que según Belalcázar (1991), tienen un efecto significativo sobre parámetros fenológicos y de rendimiento. La principal desventaja del método tradicional es la facilidad con la que plagas y enfermedades se diseminan a través del material de siembra (Cordeiro y Mesquita, 2000; Sheela y Ramachandran, 2001). 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).

Sin embargo, dependiendo del cultivar, el tamaño y edad de la planta es posible aprovechar el 25% del potencial de yemas encontradas en el cormo (Borges *et al.*, 2004; Coto, 2009), lo cual puede deberse a la baja actividad hormonal y lento

crecimiento de yemas laterales, provocado por la dominancia apical de la planta madre (Singh *et al.*, 2011). Debido a lo anterior, dependiendo del cultivar, el tamaño y edad fisiológica de la semilla, una planta puede producir vía regeneración natural entre 5 – 20 hijuelos durante su ciclo vital (Coto, 2009; Singh *et al.*, 2011). Además, debido a su escasa disponibilidad y al gran tamaño del cormo utilizado, este método es muy costoso principalmente cuando la superficie a establecer es muy extensa y está muy distante de los lotes proveedores de semillas (Molina y Martínez, 2004; Palencia *et al.*, 2006).

2.2.2 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 (Faturoti *et al.*, 2002; Tenkouano *et al.*, 2006). La macro-propagación se basa en la decapitación e inhibición de la dominancia apical para estimular el desarrollo de yemas laterales y aumentar la tasa de multiplicación. La tecnología puede ser implementada directamente en campo (*in situ*) o en propagadores (*ex situ*) donde la implementación de cámaras de crecimiento con alta temperatura (termoterapia) y humedad garantiza una rápida brotación y limpieza del material de siembra (Singh *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2013). Además, el uso de sustratos adecuados y biorreguladores ayudan a dar mejores condiciones de crecimiento y sanidad a los rizomas tratados, así como también potencializar la tasa de multiplicación (Manzur, 2001; Njukwe *et al.*, 2007).

2.2.3 MÉTODO MASIVO EN CÁMARA TÉRMICA

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; Kabir *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 (Kwa, 2003; Njukwe *et al.*, 2007; Álvarez *et al.*, 2013).

En este sistema de propagación se pueden utilizar todos los métodos de macropropagación *ex situ*, donde se realizan las mismas labores ya descritas, tales como limpieza, decapitación, decorticación, desinfección y remoción del meristemo apical (Njukwe *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2013). Una vez establecidos los explantes dentro de las cámaras térmicas, será posible apreciar una rápida emergencia y crecimiento de los brotes que se da básicamente por efecto de la temperatura, que según varios autores tiene un papel significativo en la mayor actividad, proliferación y desarrollo de las yemas (Baiyeri y Aba, 2005; Mwangi *et al.*, 2007).

Una vez que las plántulas hayan alcanzado un tamaño adecuado, estas pueden ser directamente removidas del cormo madre, desinfectadas y establecidas en bolsas plásticas donde se dejarán en aclimatación hasta que puedan ser llevados al campo definitivo (Álvarez *et al.*, 2013). Otra opción, es volver a remover el meristemo apical de los brotes primarios con la finalidad de inducir la proliferación de brotes secundarios potencializando así una mayor tasa de multiplicación (Faturoti *et al.*, 2002; Osei, 2006; Njukwe *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2011; Dayarani *et al.*, 2013).

2.3 USO DE BENCILAMINOPURINA EN LA MACROPROPAGACIÓN DE MUSÁCEAS

El uso de sustratos adecuados y biorreguladores ayudan a dar mejores condiciones de crecimiento y sanidad a los rizomas tratados, así como también potencializar su tasa de multiplicación (Manzur, 2001; Njukwe *et al.*, 2007). Las técnicas de macropropagación en banano y plátano son diversas, donde se encuentran resultados variables, atribuidos al uso de biorreguladores y cámaras de crecimiento.

Por su parte, la aplicación de biorreguladores sintéticos como la 6-

bencilaminopurina potencializa la técnica PIF (Plants issus de fragments de tiges) al obtener mayor cantidad de plántulas tanto en invernadero como en campo (Manzur, 2001; Langford *et al.*, 2012; Kindimba y Msogoya, 2014).

La bencilaminopurina (BAP) es un análogo sintético de las hormonas conocidas como citocininas, siendo una aminopurina derivada de la adenina, por lo cual es el principal reactivo utilizado en la propagación *in vitro* de musáceas. La estimulación y activación de yemas de banano para la proliferación intensiva y abundante de plantas ha sido lograda con el uso principalmente de citocininas sintéticas tales como la bencilaminopurina, siendo su principal función la de romper la dominancia apical, para estimular la división celular y la consecuente formación de multibrotos y callos a partir de yemas axilares (Orellana, 1994; Madhulatha *et al.*, 2004; Dharaneeswara-Reddy *et al.*, 2014).

Se han realizado diversidad de investigaciones con el fin de evaluar la respuesta organogénica del cultivo de banano y plátano a la aplicación de BAP, tanto *in vitro* como *in vivo*. En ensayos conducidos en condiciones *in vitro*, se ha estimado que dosis de 5 mg/L de BAP producen un mayor incremento en el número de brotes y plantas obtenidas por explantes, tanto en banano como en plátano (Sunshine y Mogollón, 2008; Florio y Mogollón, 2011).

Zaffari y Kerbauy (2006), obtuvieron mejor respuesta organogénica con dosis de 7,5 mg/L de BAP para banano Gran Enano, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Pérez *et al.*, (2006), quienes reportaron mejor respuesta con 8 mg/L de BAP para el cultivo de plátano macho. Para plátano maqueño se ha establecido que la dosis de 5 mg/L de BAP también produce los mejores resultados en cuanto a tasas de multiplicación en condiciones *in vitro* (Canchignia *et al.*, 2008).

Para la propagación *in situ* también se han estimado dosis de BAP, en banano y plátano. En este contexto, Canchignia *et al.*, (2008), determinaron que dosis de 30 mg/L produjeron los mejores niveles de proliferación *in vivo* a partir de cormos de banano y plátano. Por otra parte, Manzur (2001), determinó que con dosis de 40 mg/L de BAP en condiciones *in situ* logró proliferar hasta 156 plantas/cormo con el clan de plátano. Así mismo, Pereira *et al.*, (2001), Osei (2006), Dayarani

et al., (2013), Kindimba y Msogoya (2014), lograron mayores tasas de multiplicación in vivo en banano y plátano con el uso de bencilaminopurina (BAP) tanto en condiciones de campo (in situ) como en condiciones de cámaras de crecimiento (ex situ).

2.4 INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CORMO SOBRE LA PROLIFERACIÓN DE MUSÁCEAS

Un factor limitante que ocurre cuando el área de cultivo de plátano o banano se está renovando o ampliando es la escasez de bulbos disponibles para plantar. Tradicionalmente los cormos se obtienen de plantaciones comerciales destinadas al procesamiento de frutas; sin embargo, esto se aconseja con precaución porque el arranque continuo de bulbos en las áreas de producción reduce en gran medida (FAO, 2014).

El propio autor recomienda iniciar los cormos seleccionando plantas madre que tengan diferentes características de acuerdo con su genotipo, en particular, un grupo bien conformado de buen tamaño, buen peso y que esté libre de daños por plagas y enfermedades. La capacidad competitiva de las yemas vegetativas de las musáceas es muy pequeño, igual al número de hojas (38 a 42) que las plantas emiten durante su ciclo de producción.

No obstante, se aprovecha un máximo de 5 a 10 yemas por planta, en cada ciclo de producción, lo que representa el 25 por ciento de la capacidad productiva de yemas. Por ello, con el fin de hacer un uso más eficiente del potencial mencionado, se han desarrollado diferentes metodologías que se aplican en plantas de plátano y banano para inducir la brotación de las yemas o acelerar su proceso de desarrollo (FAO, 2014).

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).

Sin embargo, dependiendo de la semilla, el tamaño y la edad de la planta pueden ser utilizado para aprovechar el 25 por ciento de la capacidad de la yema que se encuentra en el cormo (Borges *et al.*, 2004; Coto, 2009), esto puede atribuirse a una baja actividad hormonal y un crecimiento lento de yemas laterales causadas por la dominancia apical de la planta madre (Singh *et al.*, 2011).

Debido a lo anterior, dependiendo del cultivar, el tamaño y edad fisiológica de la semilla, una planta puede producir vía regeneración natural entre 5 -20 hijuelos durante su ciclo vital (Coto, 2009; Singh *et al.*, 2011). Además, debido a su escasa disponibilidad y al gran tamaño del cormo utilizado, este método es muy costoso principalmente cuando la superficie a establecer es muy extensa y está muy distante de los lotes proveedores de semillas (Martínez, *et al.*, 2004; Palencia *et al.*, 2006).

2.4.1 INFLUENCIA DEL TIPO DE PLÁSTICO

Según el INIA “Instituto Nacional de Innovación Agraria” (2013) la técnica consiste en colocar cormos tratados en una cámara tubular cubierta de plástico transparente, que luego se colocan en aserrín y son regadas con micro aspersores. Dentro de las cámaras térmicas, la labor 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).

2.4.2 TIPOS DE PLÁSTICOS

2.4.2.1 POLIETILENO (PE)

Según NOVAGRIC (2016), es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo valor y simplicidad en su producción. Según los ambientes de polimerización (temperatura, obstrucción, fermento) se puede lograr:

- PEBD: el PE de baja densidad convencional, es utilizado en cubiertas de cámaras térmicas e invernaderos.
- PELBD: el PE lineal de baja densidad, que se utiliza en cámaras térmicas y pequeños túneles.
- PEAD: el PE de alta densidad, utilizado en contenedores, cámaras térmicas, en riegos y drenajes.

2.4.2.2 COPOLÍMERO ETILENO VINILACETATO (EVA)

Los filmes Eva se manipulan en coberturas, en cubiertas dobles (como pantallas térmicas) y en la protección de túneles bajos. El Eva ostenta una

excelente firmeza mecánica que el PVC, acatando de la concentración de acetato de vinilo (Montero, 2001).

2.4.2.3 POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Se conoce como un plástico riguroso al cual se le incrementan plastificantes para flexibilizarlo para su uso como film plástico en cubiertas de cámaras térmicas a gran escala e invernaderos (Reinecke, 2004).

2.4.2.4 POLICARBONATO (PC)

Se lo utiliza tanto para cámaras térmicas e invernaderos, cerramientos laterales o frontales, siendo este material utilizado en exclusiva, o en partes del cerramiento como puede ser el área frontal que determina el arco (Pérez *et al.*, 2020).

2.4.2.5 PLÁSTICO TÉRMICO TRASPARENTE U OSCURO

Plástico térmico transparente u oscuro de 0,6 mm de grosor. Este prototipo de plástico es manipulado en agricultura preservada, dada su cabida de acumular y retener el calor durante la oscuridad y tiempos fríos, puesto que comprime el desgaste de calor al poseer impregnados aditivos térmicos (Serrano, 2011; Juárez *et al.*, 2011).

2.4.2.6 PLÁSTICOS RECICLABLES

Al final de su ciclo de vida, los plásticos agrícolas como las cubiertas de invernaderos se pueden reciclar. Los plásticos sencillamente se enjuagan para excluir la tierra, los herbajes y los pesticidas, donde se logran volver a utilizar para la elaboración de distintos artículos, como también para cubiertas de túnele, cámaras de propagación y cubiertas para mantillo. Cuando el reciclado no es factible, los restos dúctiles agrícolas se logran cristianizar en energía (Bonafont, 2005).

CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se desarrollará en área de CIDEA de la ESPAM-MFL, localizada en el sitio El Limón perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. El área experimental se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas 0° 49' latitud Sur y 80° 10' latitud Oeste, a una altitud de 18 msnm, heliofanía de 1045 horas anuales y un promedio de precipitaciones de 839 mm anuales.

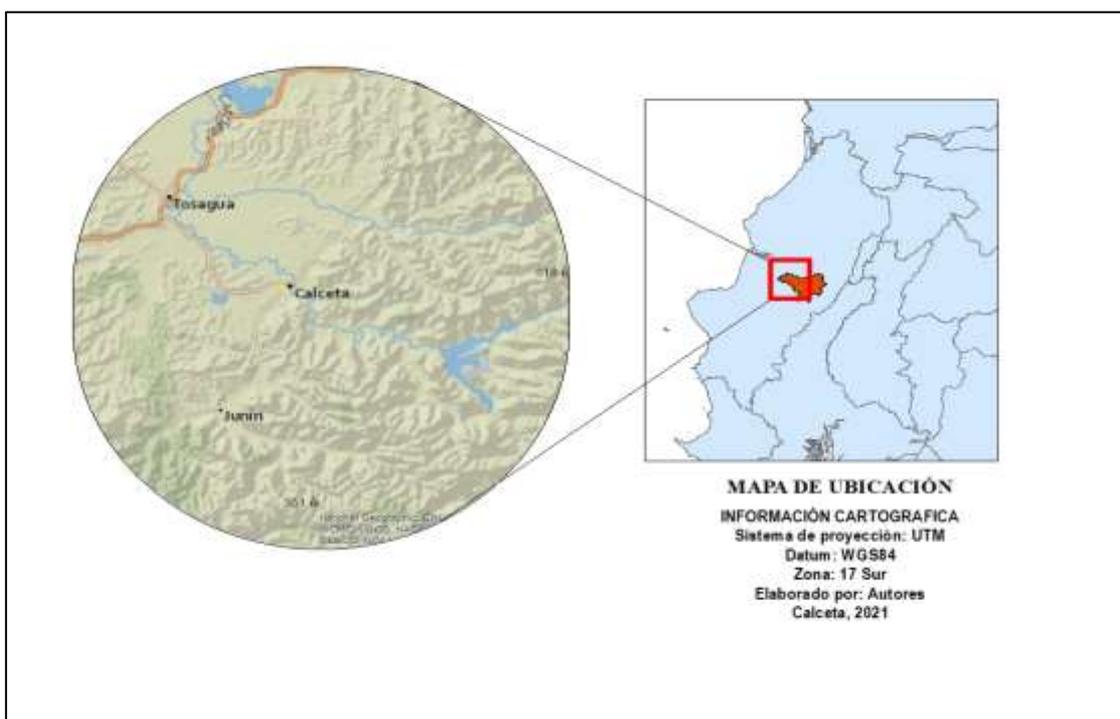


Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental

3.2 MATERIAL VEGETAL

Para el ensayo se utilizaron cormos del plátano cv. Barraganete.

3.3 EXPERIMENTO 1

(Efecto de varios tamaños de cormo sobre la proliferación de plátano en cámara térmica recubierta por dos tipos de plástico).

3.3.1 FACTORES EN ESTUDIO

3.3.1.1 FACTOR A (AMBIENTES DE PROPAGACIÓN)

- Cámaras térmicas con plástico oscuro de polietileno de 4 metros de ancho y 20 metros de largo.
- Cámara térmica con plástico transparente de polietileno de 4 metros de ancho y 20 metros de largo.

3.3.1.2 FACTOR B (seis tamaños de hijuelo) (ver figuras 1 y 2)

- Tamaño 1 (0,50 m de altura)
- Tamaño 2 (1,00 m de altura)
- Tamaño 3 (1,50 m de altura)
- Tamaño 4 (2,00 m de altura)
- Tamaño 5 (cormos de plantas cosechadas)
- Tamaño 6 (cebollines de entre 200 – 400 g de peso)



Figura 2. Tamaños de hijuelos que se utilizó para la propagación en cámara térmica



Figura 3. Microcormos de 200 – 400 g de peso y cormo de planta madre que serán utilizados en la investigación como tratamiento testigo.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PLÁTANO CV. BARRAGANETE

Es una planta perenne enorme con rizomas cortos y tallos aparentes, combinada con vainas de hojas, en forma de cono y de 3,5 a 7,5 m de altura y una corona de hojas al final, su fruta es de un color verde más claro brillante con aristas más pronunciadas. Es la variedad más popular en los mercados industriales, es una especie muy robusta que puede tolerar la infestación de plagas y enfermedades (Guerrero, 2018).

Según Delgadillo (2014), es muy adaptable a diversos suelos, desde arcillosos hasta suelos pesados no es un plátano especializado en productividad, sus racimos suelen ser pobres, por lo general no más de treinta dedos. La tasa de descarte se calcula según tamaño, peso y longitud.

El mismo autor lo describe como plátano hartón y expreso que se debe cultivar

entre los 0 – 1.000 msnm y los ubica entre los de menor producción entre 25-30 dedos por racimo, pero hace referencia a la calidad de su fruta pues estos dedos son de gran tamaño.

Finalmente menciona que el plátano barraganete es un híbrido triploide de *Musa acumita* y *Musa balbisiana*, es decir consta con tres genomas tipos AABB Barraganete, ABB Simonds Dominico Hartón, AAB Dar Hartón

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PROPAGACIÓN

Una vez que se obtuvieron los hijos espada de los diferentes tamaños a evaluarse, fueron separados de su pseudotallo mediante un corte transversal y posteriormente se realizó la limpieza a través de la extracción de las vainas y corteza externa que recubre al cormo, hasta quedar completamente blancos con sus yemas expuestas, con la finalidad de remover restos biológicos de plagas y patógenos, y de estimular una rápida brotación. Posteriormente fueron desinfectados en una solución insecticida/nematicida compuesta por oxamil (metil N'N'-dimetil-N-[(metilcarbamoil)-oxi]-1-tiooxamimidato) de formulación comercial líquida a dosis de 13 ml por cada diez litros de agua, sumergiéndolos por un tiempo mínimo de veinte minutos tal como lo sugieren Díaz *et al.*, (2007). Finalmente se procedió a retirar el meristemo apical con la ayuda de un cuchillo con la finalidad de inhibir la dominancia apical y estimular una rápida brotación de yemas.

3.6 DESCRIPCIÓN DE LA CÁMARA TÉRMICA

La cámara térmica fue una estructura armada de 2,50 x 15 x 1,5 m de ancho, largo y alto, respectivamente, utilizando materiales de la zona (caña guadua, madera, etc.), la cual se cubrió con plástico térmico transparente de 0,6 mm de espesor con protección UV, con la finalidad de generar calor dentro de la misma y así estimular la brotación temprana e intensiva de hijuelos y yemas adventicias. De la misma dimensión serán construidos los canteros, con la única diferencia de que estos no serán cubiertos herméticamente con plásticos, sino que más bien el plástico solo será colocado en el techo con la finalidad de proteger la madera y caña de las lluvias. Tanto los canteros como la cámara térmica tendrán camas de 25 cm profundidad, con la finalidad de ser llenados con sustrato

compuesto por cascarilla de arroz, arena de río y compost en proporción 1.1:1:1 donde serán colocaron los cormos una vez limpiados e inhibida su dominancia apical.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial A x B, con 12 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales. La unidad experimental estará conformada por cinco cormos. Los datos serán analizados a través del ANOVA y la separación de medias mediante la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidades de error. A continuación, se presenta el esquema del ANOVA.

3.7.1 ESQUEMA DEL ANOVA

Cuadro 3.1 Esquema de ANOVA experimento 1

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	11
Ambientes de propagación	1
Tamaños de cormo	5
Ambientes x tamaño de cormo	5
Error experimental	24
Total	35

3.8 VARIABLES A REGISTRARSE

- **Días a brotación:** esta variable se la determinó contabilizando los días desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera yema bien diferenciada en el 50% de los cormos, a los 20 - 25 días después de la siembra.
- **Tasa de multiplicación (TM):** esta variable se la determino al final del experimento a través de la siguiente formula:

$$(1) TM = \frac{\text{Número de plantas totales/tratamiento}}{\text{Número de cormos iniciales/tratamiento}}$$

- **Número de plantas por m²:** se determinó contabilizando el número de plantas producidas por m² de cámara térmica, lo cual se realizará mensualmente y al final del experimento.

3.9 EXPERIMENTO 2

(Efecto de bencilaminopurina sobre la tasa de multiplicación del plátano bajo de cámara térmica recubierta con plástico oscuro y transparente).

3.9.1 FACTORES EN ESTUDIO

3.9.1.1 FACTOR A (AMBIENTES DE PROPAGACIÓN)

- Cámara térmica con plástico oscuro
- Cámara térmica con plástico transparente

3.9.1.2 FACTOR B (BENCILAMINOPURINA)

- Con bencilaminopurina 40 mg/L
- Sin bencilaminopurina

3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial A x B, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales. La unidad experimental estará conformada por cinco cormos. Los datos serán analizados a través del ANOVA y la separación de medias mediante la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidades de error. A continuación, se presenta el esquema del ANOVA.

3.10.1 ESQUEMA DEL ANOVA

Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA experimento 2

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Ambientes de propagación	1
Bencilaminopurina	1

Ambientes x bencilaminopurina		1
Error experimental	16	
Total	19	

3.11 VARIABLES A REGISTRARSE

- **Días a brotación:** esta variable se la determinó contabilizando los días desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera yema bien diferenciada en el 50% de los cormos a los 20 - 25 días después de la siembra.
- **Tasa de multiplicación:** esta variable se la determinó al final del experimento a través de la siguiente formula.

$$(2) \text{ TM} = \frac{\text{Número de plantas totales/tratamiento}}{\text{Número de cormos iniciales}}$$

- **Número de plantas por m²:** se determinó contabilizando el número de plantas producidas por m² de cámara térmica, lo cual se realizará mensualmente y al final del experimento.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES RESPUESTA DEL EXPERIMENTO 1

4.1.1 DÍAS A BROTAÇÃO

El tiempo de brotación fue influenciado significativamente ($p < 0,05$) por el factor cámara térmica, y la interacción cámara térmica x tamaño de corno, mientras que el factor tamaño de corno no influyó significativamente esta variable ($p > 0,05$). En la tabla 4.1, se aprecia que en promedio la cámara térmica cubierta de plástico negro mostro menor tiempo de brotación, con una diferencia de dos días, en relación a la de plástico transparente. En cuanto al factor tamaño, no se evidenció un efecto significativo sobre el tiempo de brotación, independientemente del tipo de plástico que cubrió las cámaras térmicas (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Tiempo de brotación del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de corno y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021

Factor tamaño de cormos	Factor Cámaras térmica		Promedios de tamaños de corno
	Plástico negro	Plástico transparente	
0,50 m de altura	21 a	23 b	22 A
1,00 m de altura	21 a	23 b	22 A
1,50 m de altura	21 a	23 b	22 A
2,00 m de altura	21 a	23 b	22 A
Cebollines	21 a	23 b	22 A
Cormos madres	21 a	23 b	22 A
Promedio de cámaras térmica	21 A	23 B	

C.V. (%) = 3.17

p-valor ADEVA

Factor Cámara térmica = 0,0003

Factor Tamaño de corno = 0,5842

Interacción Cámara térmica x Tamaño de cormos = 0,0003

4.1.2 TASA DE MULTIPLICACIÓN DE CORMOS

La tasa de multiplicación de cormos fue influenciada significativamente ($p < 0,05$) por el factor tamaño de cormo y la interacción cámara térmica x tamaño de cormos, mientras que el factor cámara térmica no influyó significativamente esta variable ($p > 0,05$). En la tabla 4.2, se aprecia que en promedio la cámara térmica cubierta de plástico transparente incrementó en un 11% la tasa de multiplicación en relación a la de plástico negro, efecto que se vio reflejado en todos los tamaños de cormos, donde los cormos madres alcanzaron en promedio 35 plantas por cormo en comparación a los demás tamaños de cormo evaluados (Tabla 4.2). Además, los resultados indican una tasa de multiplicación creciente a medida que se incrementa el tamaño del cormo.

Tabla 4.2. Tasa de multiplicación del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de cormo y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Factor tamaño de cormos	Factor Cámaras térmica		Promedios de tamaños de cormo
	Plástico negro	Plástico transparente	
0,50 m de altura	11 a	13 a	12 A
1,00 m de altura	13 a	15 a	14 A
1,50 m de altura	16 a	18 a	17 A
2,00 m de altura	18 a	20 a	19 A
Cebollines	11 a	13 a	12 A
Cormos madres	33 b	37 b	35 B
Promedio de cámaras térmica	17 A	19 A	

C.V. (%) = 22,20

p-valor ADEVA

Factor Cámara térmica = 0,0995

Factor Tamaño de cormo = 0,0001

Interacción Ct x Tc = 0,0494

4.1.3 TASA DE MULTIPLICACIÓN POR m²

La tasa de multiplicación por m² fue influenciada significativamente ($p < 0,05$) por el factor tamaño de cormo y la interacción cámara térmica x tamaño de cormo, en comparación al factor cámara térmica que no influyó significativamente esta variable ($p > 0,05$). En la tabla 4.3, se aprecia que en promedio la cámara térmica cubierta de plástico transparente mostro una tasa de multiplicación por m² del

9%, que fue superior a la de plástico negro, este efecto se observó en todos los tamaños de cormos evaluados. (Tabla 4.3). En cuanto al tamaño del cormo, la tasa de multiplicación por m², muestra un comportamiento inversamente proporcional con el incremento del tamaño del cormo, donde los cormos de 0.5 m y los cebollines alcanzaron mayor producción de plantas por m² (Tabla 4.3.). Lo anterior puede atribuirse a la mayor cantidad de rizomas de menor tamaño que puede caber por superficie de cámara térmica.

Tabla 4.3. Tasa de multiplicación por m² del plátano propagado en cámara térmica en función del tamaño de cormo y tipo de cámara térmica. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Factor tamaño de cormos	Factor Cámara térmica		Promedios de tamaños de cormo
	Plástico negro	Plástico transparente	
0,50 m de altura	384 ab	448 ab	416 A
1,00 m de altura	332 b	388 b	360 AB
1,50 m de altura	316 b	373 b	345 AB
2,00 m de altura	290 b	257 b	274 B
Cebollines	418 ab	468 a	443 A
Cormos madres	237 bc	245 bc	241 B
Promedio de cámaras térmica	330 A	363 A	

C.V. (%) = 18,04

p-valor ADEVA

Factor Cámara térmica = 0,1336

Factor Tamaño de cormo = 0,0001

Interacción Ct x Tc = 0,0133

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1

En cuanto a días a brotación y tasa de multiplicación los resultados se asemejan a los reportados por Koné *et al.*, (2011) y Koné *et al.*, (2016) quienes reportaron mayor precocidad en tiempo de brotación y mayor producción de plántulas en cormos de mayor de tamaño, en relación a los de menor dimensión. Por otra parte Patiño *et al.*, (2019) reportaron mayor propagación de banano orito con cormos de entre 300 – 700 g de peso, en comparación a cormos de menor peso. Lo anteriormente expuesto puede relacionarse a un estado fisiológico más avanzado en términos de mayores reservas nutricionales y producción de sustancias de crecimiento en cormos de mayor tamaño, que podría promover mayor división, diferenciación y regeneración vegetativa de tejidos (Taji y

Williams, 2005; Yildiz, 2012; Smith, 2013).

4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES RESPUESTA DEL EXPERIMENTO 2

4.3.1 DÍAS A BROTAÇÃO

El tiempo de brotación fue influenciado significativamente ($p < 0,05$) por el factor cámara térmica, BAP y la interacción de cámaras térmica x BAP. En la tabla 4.4, se aprecia que el tratamiento con BAP mostro menor tiempo de brotación en relación al tratamiento Sin BAP con cuatro días de incremento en brotación. En cuanto a las cámaras térmicas, la que estuvo cubierta de plástico negro alcanzó mayor precocidad en el tiempo de brotación con una diferencia de dos días en relación a la cubierta por plástico transparente (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Tiempo de brotacion del plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopúrina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Factor Cámaras térmicas	Factor BAP		Promedio de cámaras térmica
	Con BAP	Sin BAP	
Plástico negro	20 a	24 bc	22 A
Plástico transparente	22 b	26 c	24 B
Promedio de BAP	21 A	25 B	

C.V. (%) = 2,21

p-valor ADEVA

Factor Cámara térmica = 0,0001

Factor BAP = 0,0001

Interacción Ct x BAP = 0,0121

4.3.2 TASA DE MULTIPLICACIÓN DE CORMOS

La tasa de multiplicación de cormos fue influenciada significativamente ($p < 0,05$) por el factor BAP y la interacción de cámaras térmica x BAP, mientras que el factor cámara térmica no influyo significativamente esta variable ($p > 0,05$). En la tabla 4.5, se aprecia que en promedio el tratamiento con BAP mostro una tasa de multiplicación 45% superior al tratamiento sin BAP, lo cual puede ser debido a que esta hormona potencia procesos celulares relacionados a la división

celular en los meristemos del cormo (Tabla 4.5). Por otra parte, aunque no hubo diferencias estadísticas entre ambos tipos de cámaras térmicas, es notable que la cámara cubierta de plástico transparente mostro un incremento del 20% de tasa de multiplicación, en relación a la cámara cubierta de plástico negro (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Tasa de multiplicación de cormos de plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopúrina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021

Factor Cámaras térmicas	Factor BAP		Promedio de cámaras térmica
	Con BAP	Sin BAP	
Plástico negro	28 a	12 c	20 A
Plástico transparente	30 a	20 b	25 A
Promedio de BAP	29 A	16 B	

C.V. (%) = 7,98

p-valor ADEVA

Factor Cámara térmica = 0,7079

Factor BAP = 0,0001

Interacción Ct x BAP = 0,0001

4.3.3 TASA DE MULTIPLICACIÓN POR m²

La tasa de multiplicación por m² fue influenciada significativamente ($p < 0,05$) por el factor BAP y la interacción de cámaras térmica x BAP; mientras que el tipo cámara térmica no influyo significativamente esta variable ($p > 0,05$). En la tabla 4.6, se aprecia que el tratamiento con BAP mostro un incremento del 30% en tasa de multiplicación, en contraste al tratamiento sin BAP, lo cual indica que el uso de este fitorregulador puede ser una alternativa eficiente en la propagación del plátano (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Tasa de multiplicación por m² de plátano en cámara térmica en función de Bencilaminopurina y tipo de cámara térmica, Calceta, Manabí, Ecuador, 2021

Factor Cámaras térmicas	Factor BAP		Promedio de cámaras térmica
	Con BAP	Sin BAP	
Plástico negro	377 c	287 b	332 A
Plástico transparente	420 d	266 a	343 A
Promedio de BAP	398 A	277 B	

C.V. (%) = 7,65
p-valor ADEVA
Factor Cámara térmica = 0,7675
Factor BAP = 0,0001
Interacción Ct x BAP = 0,0001

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2

Los resultados obtenidos en relación al efecto de BAP, son semejantes a los obtenidos por Kindimba y Msogoya (2014) y Msogoya y Mwakisitu (2014) quienes reportaron menor tiempo de brotación en cormos de plátano y banano tratados con Thidiazuron (TDZ) y Bencilaminopurina (BAP), en comparación a cormos no tratados con estos reguladores de crecimiento que mostraron mayor tiempo de brotación. Así mismo, estos mismos autores señalaron que con aplicación de TDZ y BAP obtuvieron mayores tasas de multiplicación. En este mismo contexto, Sajit et al. (2014), Cedeño et al. (2016) y Opata et al. (2020) lograron tasas de multiplicación 17, 42 y 30 brotes por cormo con aplicación de BAP en relación a los tratamientos controles con menor cantidad de brotes. El efecto de BAP sobre la mayor tasa de multiplicación puede explicarse por la teoría propuesta por Skoog en 1957, quien describió que una relación baja auxina/citocinina favorece la proliferación de meristemos vegetativos y con contrario favorece el enraizamiento, por tanto, la aplicación de citocininas sintéticas como BAP, BA y TDZ a tejidos vegetales, rompe la dominancia apical gobernada por la auxina y direcciona su efecto hacia la proliferación de yemas vegetativas que promueven mayor tasas de multiplicación (Azcón y Talón, 2008; Taiz et al., 2015).

En cuanto al efecto del tipo de plástico que cubría las cámaras térmicas, no hubo un efecto marcado en cuanto a tasas de multiplicación, sin embargo, si se evidenció un efecto en cuanto al tiempo de brotación, donde el plástico negro redujo este tiempo entre uno y dos días con relación al plástico transparente. Este efecto puede deberse a que los colores oscuros absorben más calor y esto pudo haber acelerado la brotación de los cormos (Pramanik et al., 2015; Amare y Desta, 2021).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La mayor tasa de multiplicación por cormo fue directamente proporcional al tamaño del cormo.
- La tasa de multiplicación por m² fue inversamente proporcional al tamaño del cormo.
- El uso de bencilaminopurina (BAP) fue efectivo para incrementar la tasa de multiplicación por cormo y por m² de cámara térmica, independientemente del tamaño de cormo y del tipo de cámara térmica.
- El plástico transparente fue eficaz para la propagación de nuevos brotes, mientras que el plástico negro solo fue efectivo para reducir el tiempo de brotación de los cormos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar cormos grandes si la intención es aprovechar tallos cosechados, dado que estos tienen mayor tasa de multiplicación individual.
- Utilizar cormos pequeños si la intención es optimizar el espacio y producir mayor cantidad de plántulas por superficie de cámara térmica.
- Usar bencilaminopurina para incrementar la producción de plantas de plátano en cámara térmica.
- Dada la cantidad de expiración que hubieron de nuevos brotes se recomienda generar un nuevo estudio que haga la valoración de los días de calor o de la altura que tienen las cámaras térmicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguas, A., & Martínez, M. (2003). Técnicas rápidas para la multiplicación de semillas de plátano. Ecorregión Caribe. 7 p. (Boletín divulgativo no. 69).
- Aguilar, M., Reyes, G., & Acuña, M. (2004). Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa* sp). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 20 p. (Serie Técnica no. 1).
- 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).
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (2013). Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, COL. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf>.
- Amare, G., & Desta, B. 2021. Coloured plastic mulches: impact on soil properties and crop productivity. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 8:4. (2021) 8:4. doi.org/10.1186/s40538-020-00201-8.
- Armijos, F. (2008). Principales tecnologías generadas para el manejo del cultivo de banano, plátano y otras musáceas. Guayaquil, Ecuador. INIAP. 64 p. (Boletín Técnico no. 131).
- Azcón, J., & M. Talón. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal 2 ed. McGraw-Hill – Interamericana de España, S.A.U. Madrid, ESP.
- Baiyeri, K., & Aba, S. (2005). Response of *Musa* species to macropropagation 1: genetic and initiation media effects on number, quality and survival of plantlets at pre-nursery and early nursery stages. *African Journal of Biotechnology* 4(3): 223-228.
- Belalcázar, S. (Ed). (1991). El Cultivo del Plátano en el Trópico. Cali, Colombia. ICA-INIBAP-CIID-COMITECAFE. 376 p.
- Bonafont, A. (2005). Utilización eficaz de las posibilidades de los plásticos agrícolas. *Tecnología de producción*, 38-44.
- Borges, A., & Souza, da S. (Ed). (2004). O Cultivo da Bananeira. Cruz das Almas, Brasil. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 279 p.
- Canchignia, H., Espinoza, M., Benavides, G., Saucedo, S., Carranza, M., & Cevallos, O. (2008). Propagación vegetativa de plátano y banano con la aplicación de bencilaminopurina (6-BAP) y ácido indolacético (AIA). *Ciencia y Tecnología* 1: 11-15
- Cedeño, G., Soplín, H., Helfgott, S., Cedeño, G. & Sotomayor, I. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. williams en cámara térmica. *Agron. Mesoam.* 27(2):397-408.

- Cordeiro, J., & Mesquita, L. (2000). Manejo integrado das pragas, doenças e plantas daninhas. pp. 15 – 20. En: Cordeiro, J. (Ed). *Banana Fitossanidade: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alma, Brasil.*
- 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.*
- Dayarani, M., Dhanarajan, M., Uma, S., & Durai, P. (2013). Macro-propagation for regeneration of wild bananas (*Musa spp.*). *Advanced BioTech* 12(12):16 – 17.
- Delgadillo, D. (2014). “Estudio comparativo del rendimiento del plátano Barraganete VS plátano Dominicó”. Tesis. Ing. Agropecuario. Guayaquil-ECU. p 8.
- Dharaneeswara, D., Suvama, D., Muralidhra, D. (2014). Effects of 6-benzylaminopurine (6-BAP) on in vitro shoot multiplication of Grand Naine (*Musa sp.*). *International Journal of Advanced Biotechnology and Research* 5(1):36-42.
- Díaz, F., J. Rivera, & L. Durán. (2007). *Cómo proteger de las plagas del suelo los cormos-semilla de plátano y banano. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), La Lima, Cortez, HON.*
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Producción de cormos de plátano y banano para siembra directa en campo. Fundación Hondureña de Investigación Plátano, banano, semillero. Honduras. p 7- 9*
- Faturoti, B., Tenkouano, A., Lemchi, J., & Nnaji, N. (2002). *Rapid multiplication of plantain and banana: Macropropagation Techniques. A pictorial guide. Ibadan, Nigeria: IITA. 8 p. (A pictorial guide).*
- Florio, S., & Mogollón, N. (2011). Efecto de dos citocininas y dos estados físicos del medio de cultivo sobre la multiplicación in vitro del plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 28(1): 89-98.
- Guerrero, A. (2018). *Niveles de fertilización en las propiedades químicas del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes cv barraganete. Tesis. Ing. Agropecuario. ULEAM. El Carmen- ECU. p 3.*
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2015). *Cultivos permanentes: plátano fruta fresca. (En línea). Consultado 30 de mayo 2015. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/procesador-de-estadisticas-agropecuarias-3/>*
- Juárez, P., Bugarín, R. Castro, A., Sánchez, E., Cruz, C., Juárez, G., & Alejo, R.,

- Balois. (2011). Estructuras utilizadas en agricultura protegida. Rev. Fuente. 3(8):21-27.
- Kabir, M., Baque, M., & Nasiruddin, K. (2008). Eradication of banana bunchy top virus (BBTV) and banana mosaic virus (BMV) from infected plant of banana cv. Amritasagar through meristem culture. *South Pacific Studies* 29 (1): 17-41
- Kindimba, G., & T. Msogoya. (2014). Effect of benzylaminopurine on in vivo multiplication of French plantain (*Musa* spp. AAB) cv. 18 (3): 18-33
- Koné, T., André, S., Zana, C., Siaka, T., Daouda, K. & Mongomaké, K. (2016). Effects of substrates, weight and physiological stage of suckers on massive propagation of plantain (*Musa paradisiaca* L.). *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH* 4(1): 1-13.
- Koné, T., Mongomaké, K., Teixeira, J., Daouda, K. & Kouadio, Y. (2011). Effect of Substrate Type and Bulb Size on in Vivo Production of Seedlings in Three Cultivars of Plantain (*Musa* spp.). *The African Journal of Plant Science and Biotechnology* 5(1): 50-55.
- Kwa, M. (2003). Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige du bananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles in vivo. *Fruits* 58: 315–328.
- Langford, E., B. Abram, N. Daruni, W. Jens, & S. Choochad. (2012). Macropropagation of Bananas for Pig Fodder in Northern Thailand. In: K. Stahr et al., editors, *International Scientific Conference on “Sustainable Land Use and Rural Development in Mountain Areas”*. University of Hohenheim, Stuttgart, GER. p. 201-202
- 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.
- Madhulatha, P., Anbalagan, M., Jayachandran, S., & Sakthivel, N. (2004). Influence of liquid pulse treatment with growth regulators on in vitro propagation of banana (*Musa* spp. AAA). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 76:189-192
- Manzur, D. (2001). Propagación masiva in situ del híbrido de plátano FHIA-20 utilizando bencilaminopurina. *InfoMusa* 10 (1) 3 – 4.
- Martínez, G., Tremont, O., & Hernández, J. (2004). Manual técnico para la propagación de musáceas. *Revista Digital CENIAP HOY*. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm
- Molina, E., & Martínez, E. (2004). Comportamiento agronómico y fenológico del cultivar plátano cuerno (*Musa* spp. AAB) propagado a través de la técnica de reproducción acelerada de semilla en dos localidades del departamento de Chinandega. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua.

Universidad Nacional Agraria. 33 p.

- Montero, O. (2001). Polímeros espumados con base de polietileno y copolímero etileno acetato de vinilo: generalidades y estructura celular. *MOMENTO*, (23), 1-20.
- Msogoya, T., & J. Mwakisitu. (2014). Effect of thidiazuron on in vivo shoot proliferation of popular banana (*Musa* spp. L) cultivars in Tanzania. *J. Appl. Biosci.* 81:7214–7220. doi:10.4314/jab.v81i1.1.
- Mwangi, M., Bandyopandhyay, R., Ragama, P., & Tushemereirwe, W. (2007). Assesment of banana planting practice and cultivar tolerance in relation to management of *Xanthomonas campestris* pv *musacearum*. *Crop protection* 26: 1202-1208.
- NIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2013). Técnica de propagación para banano orgánico. Recuperado de <http://www.portalfruticola.com/noticias/2013/04/19/peru-inia-liberara-nueva-tecnica-de-propagacion-para-banano-organico/>
- 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. (Training Manual).
- NOVAGRIC (Novedades agrícolas). (2016). Plásticos para Invernadero. Recuperado de <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/materiales-y-estructuras/plasticos-invernaderos>
- ONU, A. G. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el, 25(12), 2015.
- Opata, J., Skala, J., Hegele, M., Dzomeku, B., & Wünsche, J. 2020. Macropropagation of banana (*Musa* AAA): Responses to hormonal and mechanical corm manipulation. *Fruits* 75(2): 78–83. doi.org/10.17660/th2020/75.2.3.
- Orellana, P. (1994). Tecnología para la micropropagación in vitro de clones de *Musa* spp. Tesis D.Sc. Santa Clara, Cuba. Universidad Central de las Villas. 120 p
- Osei, J. (2006). Rapid field multiplication of plantains using benzyl adenine or coconut water-treated split corms. *Ghana Journal of Agricultural Science* 39 (2): 189-202.
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). Manejo sostenible del cultivo de plátano. Bucaramanga, Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 28 p.
- Patiño, A., Rodríguez, G., Miranda, T., & Lemus, L. (2019). Efecto de fertilización y peso del cormo sobre la multiplicación de semilla de bananito (*Musa*

- AA). *Temas Agrarios* 24(2): 139-146. doi.org/10.21897/rta.v24i2.1857.
- Pereira, L., Ramírez, C., Pereira, J., & Alvarenga, A. (2001). Efeitos do BAP e do TDZ na produção de mudas de bananeira-'Maçã' através da propagação rápida "in vivo". *Revista Brasileira de Fruticultura* 23(2):230 – 233.
- Pérez, Y., López, I., & Reyes, Y. (2020). Láminas de policarbonato plástico/PC flexión vertical piezas para la protección de la máquina eléctrica. *Cultivos Tropicales*, 41(2).
- Pramanik, P., Bandyopadhyay, K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., & Aggarwal, P. (2015). Effect of Mulch on Soil Thermal Regimes - A Review. *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology*. DOI: 10.5958/2230-732X.2015.00072.8.
- Ramirez, J., Batoon, G. & Sacayanan, A. (2016). Macropropagation of Saba Banana Using Misting System and Different Plant Growth Enhancers. *MAYFEB Journal of Agricultural Science* 4:28-33.
- Reinecke, H. (2004). Aspectos ecológicos del PVC: un análisis objetivo. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros*, (572), 146-149.
- Robinson, J., & Galán, V. (2011). *Plátanos y Bananas* (2da ed.). Madrid, 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, S., E. Ferreira, P. Rocha, A., Magalhães, D., Rocha, M., & Mara, P. (2013). Ecofisiología e eficiencia de uso da agua em bananero. In: *Memorias XX reunião de ACORBAT*. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2013. 58 – 72 pp
- Ruíz, M., & Ureña, M. (2009). Situación actual y perspectivas del mercado del plátano. *Economic Research Service (ERS) – USAID – MIDAS*. 16 p.
- Sajith, K., Uma, S., Saraswathi, M., Backiyarani, S. & Durai, P. (2014). Macropropagation of banana - Effect of bio-fertilizers and plant hormones. *Indian J. Hort.* 71(3): 299-305.
- Serrano, Z. (2011). *Guía práctica del empleo de materiales plásticos en agricultura y ganadería*. Colección Técnicas Agrícolas, Madrid, ESP
- Sheela V., & Ramachandran, S. (2001). Growth, flowering and yield potential of tissue culture banana (Musa AAB cv. Nendran). *Journal of Tropical Agriculture* 39: 1-4.
- 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.
- Smith, R. H. (2013). Explant Preparation. *Plant Tissue Culture*, 45–51. doi:10.1016/b978-0-12-415920-4.00004-9.
- Soto, M. (2006). Renovación de plantaciones bananeras, un negocio sostenible, mediante el uso de umbrales de productividad, fijados por agricultura de precisión. En: *Memorias de XVII reunión internacional de ACORBAT*, Joinville, Brasil, 15 – 20 de octubre 2006, vol. 1, p 178-189.
- 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.
- Souza, A., Ledo, S., Silveira, G., Souza, D., Faria, A., Neto, S., Santos, S., Silva, M., Costa, C., Soares, L., Junghans, G., & Almeida, B. (2006). Introdução à micropropagação de plantas. Cruz das Almas, Brasil. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 151 p.
- Sunshine, F., & Mogollón, N. (2008). Efecto de dos citocininas y dos estados físicos del medio de cultivo sobre la multiplicación in vitro del plátano 'Hartón Gigante' (Musa AAB). En: *Memorias de la XVIII Reunión Internacional ACORBAT 2008*. Guayaquil, Ecuador.
- Taiz, L. Zeiger, E., Moller, I. & Murphy, A. (2015) *Plant Physiology and Development*. 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, CT.
- Taji, A., & R. Williams. (2005). Use of in vitro breeding strategies in the development of Australian native plants. *Acta Horticulturae* 683: 87–94.
- 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.
- Wirakarnain, S., Hossain, B., & Chandran, S. (2008). Plantlet production through development of competent multiple meristem cultures from male inflorescence of banana, *Musa acuminata* cv. 'Pisang Mas' (AA). *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 4 (4): 325-328.
- Yildiz, M. (2012). The Prerequisite of the Success in Plant Tissue Culture: High Frequency Shoot Regeneration, *Recent Advances in Plant in vitro Culture*, Annarita Leva and Laura M. R. Rinaldi, IntechOpen, DOI: 10.5772/51097. Available from: <https://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-plant-in-vitro-culture/the-prerequisite-of-the-success-in-plant-tissue-culture-high-frequency-shoot-regeneration>
- Zaffari, G & Kerbauy, G. (2006). Efeito de reguladores de crescimento na formao de gemas adventícias in vitro de *Musa acuminata* cv. Grand Naine. En: *Memorias de la XVII Reunión Internacional ACORBAT* . Joinvill Brasil

ANEXOS

ANEXO 1



ÁREA DE ESTUDIO



REALIZACIÓN DE HOYOS



REALIZACIÓN DE HOYOS



TRAZADO DE CAÑAS



AMARRADO



AJUSTE DE CAÑAS



MEDICIÓN



MEDICIÓN



MEDICIÓN INTERNA



PICADO DE CAÑAS



LIMPIEZA DE CAÑAS



AJUSTES DE CAÑAS

ANEXO 2



AVANCES DE LAS CÁMARAS



CLAVADO DE CAÑA PICADA



CLAVADO DE CAÑA PICADA



AVANCES DE LAS CÁMARAS



AVANCES DE LAS CÁMARAS



SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ



LLENADO DE SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ



LLENADO DE SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ



LLENADO DE SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ



SUSTRATO COMPOST



MEZCLADO DE COMPOST



LLENADO DE COMPOST

ANEXO 3



LIMPIEZA DEL MATERIAL VEGETAL



LIMPIEZA DEL MATERIAL VEGETAL



MATERIAL VEGETAL



DIFERENTES ALTURAS DE CORMOS



SIEMBRA



SIEMBRA



APLICACIÓN DE BAP



APLICACIÓN DE BAP



BENCILAMINAPURINA

ANEXO 4



BROTOS (PLASTICO
TRANSPARENTE)



BROTOS (PLASTICO
NEGRO)



DIFERENTES ALTURA
DE CORMOS



DECAPITACIÓN DE
BROTOS PRIMARIOS



DECAPITACIÓN DE
BROTOS PRIMARIOS



BROTOS PRIMARIOS