

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“Biorreguladores para la propagación intensiva del plátano dominico (*musa paradisiaca*) en cámara térmica”

AUTORES:

FLORES PICO CRISTHIAN ARNALDO

SOLEDISPA ARCENTALES VICKY JULISSA

TUTOR:

MSC MIGUEL BOLÍVAR ZAMBRANO REYES ING.

MANTA- MANABÍ – ECUADOR

2020-2021

**LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR
APRUEBAN EL INFORME DEL TRABAJO DE GRADO**

SOBRE EL TEMA:

“Biorreguladores Para La Propagación Intensiva Del Plátano Dominicó *Musa Paradisiaca* En Cámara Térmica” de los egresados Flores Pico Cristhian y Soledispa Arcentales Vicky, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento de lo que la hace acreedor al título de Ingeniero Agropecuario.

Miembros del Tribunal Calificador

Ing. Hebert Vera Delgado

Ing. Sabrina Trueba Macías

Ing. Francisco Cañarte García

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de ciencias agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de,50% virtual y el otro 50% presencial , cuyo tema del proyecto es “BIORREGULADORES PARA LA PROPAGACIÓN INTENSIVA DEL PLÁTANO DOMINICO MUSA PARADISIACA EN CÁMARA TÉRMICA”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado, corresponde al señor/señora/señorita Flores Pico Cristhian Arnaldo C.I 131292524-9, Soledispa Arcentales Vicky Julissa C.I 131419176-6 estudiante de la carrera de ING. AGROPECUARIA, período académico 2020-2021, quienes se encuentran apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, Manta 05-03 de 2021.

Lo certifico,

Ing. Miguel Bolívar Zambrano Reyes. Mg.
Docente Tutor.

DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Nosotros, FLORES PICO CRISTHIAN ARNALDO Y SOLEDISPA ARCENTALES VICKY JULISSA, en calidad de autores del trabajo de titulación en la modalidad “Proyecto de investigación” realizado sobre “BIORREGULADORES PARA LA PROPAGACIÓN INTENSIVA DEL PLÁTANO DOMINICO *MUSA PARADISIACA* EN CÁMARA TÉRMICA”, por lo actual se autoriza a la UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ, hacer uso de los contenidos de este trabajo con fines directamente académicos o de investigación.

En integridad de esta declaratoria, los autores se hacen responsables del contenido, obtenido para la realización del trabajo de Titulación, ya que las ideas fueron tomadas de diferentes autores se encuentran justamente citadas y se incluyen en las referencias bibliográficas.

FLORES PICO CRISTHIAN ARNALDO

C.I 131292524-9

SOLEDISPA ARCENTALES VICKY JULISSA

131419176-6

AGRADECIMIENTO

El esfuerzo y dedicación para realizar este trabajo van dedicados especialmente a mis padres a mi madre Gloria Mercedes Arcentales Vilela y a mi Padre Freddy Esteban Soledispa Bailón, por formarme de valores y enseñanzas, por brindarme su apoyo y demostrarme el afecto y amor que me tienen en todo momento de mi vida.

A mis hermanos Jenifer Soledispa y Anthony Soledispa por dedicar su tiempo y apoyo en los momentos más importantes y difíciles.

A mis familiares, amigos y docentes y aquellas personas que han formado parte de esta etapa tan significativa de mi vida.

Vicky Julissa Soledispa Arcentales

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo del camino, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi padre: Carlos Flores; y, a mi mamá Mariana Pico, que desde el cielo me apoya incondicionalmente para lograr mis objetivos, por haber sido los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A todos mis hermanos que me apoyaron durante mi formación académica, a mis mejores amigos, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Cristhian Arnaldo Flores Pico

DEDICATORIA

Siempre hay que encontrar el tiempo para agradecer a las personas que hacen una diferencia en nuestra vida.

El agradecimiento es un acto desinteresado que se realiza para manifestar el reconocimiento a las personas e instituciones que han permitido cumplir metas propuestas en la vida; por ello expresamos nuestro agradecimiento, por formar parte de ella, por haber abierto las puertas a un gran desafío, poder alcanzar nuevos sueños, gracias por todo.

Agradecer también a nuestros tutores Ing. Miguel Bolívar Zambrano Reyes, Mg., y director Ing. Robisson Ceme, Mg. Sc. y al Sr. Ángel Tóala ya que sin su ayuda y conocimiento no hubiésemos logrado concluir este trabajo de investigación.

Nuestro agradecimiento a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, por haber compartido sus valores, experiencias y conocimientos a lo largo de la etapa de nuestra profesión, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación, paciencia y apoyo, todos estos años de formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

PAGINA

CONTENIDOS	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TÉORICO	1
1.1 Plátano.....	1
1.1.1 Origen	1
1.2 Producción mundial del Plátano	1
1.3 Botánica de la planta	2
1. 4 Morfología General.....	2
1.4.1 Sistema Radicular	3
1.4.2 Hojas	3
1.4.3 Tallo falso o pseudotallo.....	4
1.4.4 Inflorescencias.....	4
1.4.5 Corona	4
1.4.6 Colinos.....	4
1.4.7 Fruto.....	4
1.5. Aspectos fenológicos.....	5
1.5.1 Fase Vegetativa.....	5
1.5.2 Fase Floral	5
1.5.3 Fase de Fructificación	5
1.6.1 Temperatura	6
1.6.2 Humedad Relativa	6
1.6.3 Agua.....	6
1.6.4 Suelo	6
1.6.5 Fertilización	7
1.7. Metodología para la inducción de brotes	7
1.8. Uso de sustratos en la propagación de musáceas.....	8
1.9. Reguladores de Crecimiento.....	8
1.9.1 Citoquinina.....	9
1.10. Data Logger USB	9
1.11. Planteamiento y Formulación del Problema	10
1. 13. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	12

1.13.1 Objetivo general.	12
1.13.2 Objetivos específicos.	12
1.14. Hipótesis	12
1.14.1 Hipótesis Alternativa	12
1.14.2 Hipótesis Nula.....	12
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	13
2.1 Ubicación.....	13
2.2 Características climatológicas.....	13
2.3. Procedimiento	14
2.3.1. Construcción de la cámara térmica	14
2.3.2. Preparación de concentraciones hormonales para los tratamientos.....	14
2.3.3. Selección del material vegetativo.	16
2.3.4. Preparación y siembra del material vegetativo.	16
2.4. Variables.....	16
2.4.1. Variable Independiente.....	16
2.4.2. Variables Dependientes	18
2.5. Niveles	19
2.7. Diseño Experimental.....	20
2.8. Análisis Estadístico	20
2.8.1 Esquema de Análisis de Varianza.....	20
2.9. Variables Analizadas Estadísticamente	20
2.9.1. Días de Brotación	20
2.9.2. Números de brotes primarios (R1).....	21
2.9.3. Altura (cm) de brotes primarios (R1)	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1 Temperatura Cámara Térmica.....	21
3.2 Determinación el efecto de tres niveles de biorregulador sobre la tasa de multiplicación del plátano dominico (<i>musa paradisiaca</i>).	22
3.2.1 Días de brotación.....	22
3.2.2 Evaluación realizada a los 41 días	23
3.2.3 Evaluación realizada a los 55 días	23
3.3.1 Determinar el número de brotes primarios obtenidos en condiciones de cámara térmica.	24

3.1.3 Conocer la altura de los brotes primarios de plántulas por tratamientos condiciones de cámaras térmicas.....	27
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
4.1 Conclusiones.....	30
4.2 Recomendaciones.....	30
4.3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Datos climáticos.....	13
Cuadro 2: Datos de bioestimulante.....	15
Cuadro 3: Datos de fertilizantes de bioestimulante Bayfolan.....	15
Cuadro 4: Tratamientos de investigación.....	19
Cuadro 5: Esquema de análisis de varianza.....	20
Cuadro 6: Datos de promedios de temperaturas de dos meses en cámaras térmicas....	21
Cuadro 7: Esquema de fuente de variación de días de brotación.....	22
Cuadro 9: Análisis de varianza para porcentaje de altura de los brotes primarios en la macro propagación de plátano dominico Musa paradisiaca, entre ciclo I y ciclo II.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1: Plátano Dominico Musa paradisiaca.....	17
Figuras 2: Construcción de cámara térmica.....	17
Figuras 3: Bioestimulantes (Bayfolan y Citokyn).	17
Figuras 4: Plantas adventicias formadas directamente de brotes primarios (R1).	18
Figuras 5: Presencia de brotes primarios (R1).	18
Figuras 6: Medición de plantas adventicias formadas directamente del brotes primarios (R1).	19
Figuras 7: Temperatura promedio de dos mesen en cámaras térmicas.....	22
Figuras 8: Porcentaje de Días de brotación obtenido en el ciclo 1 de plátano dominico Musa paradisiaca, suplementados con diferente concentración de bayfolan.	¡Error! Marcador no definido.1
Figuras 9: Porcentaje de brotación obtenido en el ciclo 2 de plátano dominico Musa paradisiaca, suplementados con diferente concentración de bayfolan.....	24
Figuras 10: Porcentajes promedios de brotes primarios de plátano dominico Musa paradisiaca.	26
Figuras 11: Porcentajes promedios de altura de plátano dominico Musa paradisiaca. ...	28

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca Don Ángel del sitio Beldaco del Cantón Santa Ana, provincia Manabí, Ecuador, desde diciembre del 2020 hasta febrero del 2021. Tuvo como objetivo principal la aplicación de biorreguladores para la propagación intensiva de plátano dominico *Musa paradisiaca* en cámaras térmicas, basada en la utilización de sustancias biorreguladoras. Se evaluó el efecto del bioestimulante bayfolan sobre la tasa de multiplicación del plátano (*Musa paradisiaca*) bajo condiciones de cámara térmica. Se utilizó un Diseño de bloques Completos al Azar, se utilizaron 3 tratamientos con 3 repeticiones dando un total de 9 unidades experimentales donde cada unidad consta con 4 cormos. Diferentes altamente significativas fueron detectadas en el análisis de varianza sólo para el factor bayfolan, donde se tomaron en cuenta variables de días de brotación, número de brotes primarios (R1) y altura de brotes primarios (R1) para los días de brotación a los 41 días el T2 (3,49) y a los 55 días llegó a obtener este mismo tratamiento (6,38). En números brotes primarios el T2 con mejor resultado de (3,9) y en altura de brotes con el T2 resaltó con (6,76) en comparación con el testigo que llegó a obtener un promedio de (4,23)

Palabras claves: musáceas, citokyn, bayfolan

SUMMARY

The present research work was carried out in the Don Ángel farm of the Beldaco site of the Cantón Santa Ana, Manabí province, Ecuador, from December 2020 to February 2021. Its main objective was the application of bioregulators for the intensive propagation of plantain *Dominico Musa paradisiaca* in thermal cameras, based on the use of bioregulatory substances. The effect of the biostimulant bayfolan on the multiplication rate of plantain (*Musa paradisiaca*) was evaluated under thermal chamber conditions. A Random Complete Block Design was used, 3 treatments were used with 3 repetitions giving a total of 9 experimental units where each unit consists of 4 corms. Different highly significant were detected in the analysis of variance only for the bayfolan factor, where variables of sprouting days, number of primary sprouts (R1) and height of primary sprouts (R1) were taken into account for sprouting days at 41 days on T2 (3.49) and at 55 days I got the same treatment (6.38). In primary numbers, the T2 with the best result of (3.9) and in shoot height with the T2 stood out with (6.76) compared to the control that got an average of (4.23)

Keywords: musaceae, cytokyn, bayfolan

I. INTRODUCCIÓN

MARCO TEÓRICO

1.1 Plátano

1.1.1 Origen

La musáceas su origen se conoce que es en sureste asiático. Se cree que el genoma Balbisia se originó en la costa este de la India y el genoma Acuminata en la costa este de lo que actualmente es Malasia, Tailandia y Myanmar (CENTA, 2018).

El plátano es un cultivo de importancia mundial, por su mayor aporte de forma económica de países productores y al alto consumo de la población que lo convierte en un cultivo primordial para la seguridad alimentaria (Ruiz y Urreña, 2009; Paz y Pesantes, 2013; FAO, 2017).

En los últimos diez años, se ha registrado un incremento del 20% de nuevas áreas de cultivo, así como la renovación de plantaciones, que demandan un abastecimiento constante de material de siembra de calidad, requisito indispensable para el éxito de una nueva plantación (Soto, 2006).

En el Ecuador la mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y Los Ríos, con 52,612, 14,249 y 13,376 ha, respectivamente. Las principales variedades explotadas en estas zonas son el “Dominico”, que se lo destina principalmente para el autoconsumo y el “Dominico Hartón” (Musa AAB Simmonds) que se lo destina en su mayor parte a la exportación, estimándose que anualmente se exportan alrededor de 90000 TM de este cultivar (INIAP, 2013).

1.2 Producción mundial del Plátano

A nivel mundial, el plátano representa 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 (Loeillet, 2012).

Los plátanos (*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).

1.3 Botánica de la planta

Es un órgano de reserva subterráneo que toma el nombre de rizoma o cormo y es de tipo herbáceo gigante, es decir que el tallo aparentemente es un pseudotallo, que en consecuencia da como resultado la unión de las vainas foliares. Puede llegar a medir entre 3 a 6 metros de altura (CENTA, 2018).

1.4 Morfología General

De acuerdo a Álvarez es una herbácea gigante, formada por un rizoma corto (tallo subterráneo y que genera un tallo aparente producto de la unión de vainas foliares de forma cónica durante sus estadios juveniles, de alturas comprendidas entre 3,5 – 7,5 metros según el tipo de plátano, este termina en una corona de hojas que al alcanzar su madurez fisiológica dejan emerger una inflorescencia que al perder sus brácteas dan paso a la formación de un racimo, durante la emersión del tallo que culmina en un racimo la planta deja de ser cónica y se convierte en algo más cilíndrico (Álvarez, 2011).

1.4.1 Sistema Radicular

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20 cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (Álvarez, 2011).

FAWCETT (1913), indica que las raíces se extienden lateralmente y llegan a medir 5.2 metros de longitud de igual manera la raíz del plátano tiene numerosas raicillas de pequeños diámetros, proviene de pelos absorbentes que facilitan de agua y minerales para la planta.

Las raíces adventicias son blancas y tiernas en un principio, luego se vuelven amarillas y se endurecen a medida que van envejeciendo. Las raíces se originan de la parte superior del cormo, inmediatamente debajo de la inserción de las hojas, y su número disminuye hacia la parte inferior (Guerra, 1998).

1.4.2 Hojas

Las hojas están formadas por una estructura tubular llamada vaina, un pecíolo grueso y limbo o lámina. Un grupo de numerosas vainas se disponen concéntricamente y de forma muy apretada para formar los falsos tallos, los cuales pueden poseer hasta 40 vainas durante su vida (Moreno y Candanoza, 2009).

De muy grandes, de 2.0 a 4.0 m de largo y hasta de medio metro de ancho, con un pecíolo de 1.0 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5.0 a 6.0 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1.0 a 2.0 m de largo (Solórzano, 2012)

1.4.3 Tallo falso o pseudotallo

Se origina a partir del tallo que es un rizoma cónico, carnoso, en el cual se insertan las bases superpuestas para formar el pseudotallo. (FHIA, 1995)

El tallo es un rizoma grande, almidoso subterráneo, que se encuentra coronado con yemas; estas se despliegan una vez que ha florecido y fructificado la planta. Mediante que cada chupón del rizoma consigue la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (CENTA, 2018).

1.4.4 Inflorescencias

Racimo (fruto partenocarpio), posee flores hermafroditas y flores femeninas, en algunos clones las flores masculinas caen. El número de flores femeninas y del tamaño del racimo depende del clon y la nutrición (Martínez, 2006).

1.4.5 Corona

La corona sale al tiempo de la floración, un escapo pubescente, de 5 a 6 centímetros de diámetro, terminando por un racimo colgante del 1 a 2 metros, de largo éste lleva un vaineta de brácteas ovals alargadas, agudas de color rojo purpura, cubiertas exteriormente de un polvillo blanco harinoso (Hoyos et al., 1958).

1.4.6 Colinos

LASSOUDIÈRE (1979); SUBRA Y GUILLEMOT (1961), manifiesta que el desarrollo de los hijos está conformado por dominancia apical de la planta madre siendo factores importantes como la altura de la planta madre, la edad y el hijo de variedad.

1.4.7 Fruto

El fruto es una valla alargada de tres o seis lados, con un grado de encurvamiento y longitud que varía según la variedad, éste se forma a partir del ovario de una flor pistilada. Los pequeños puntos que se observan al abrir el fruto son los óvulos abortados que se ponen negros (CENTA, 2018).

1.5. Aspectos fenológicos

1.5.1 Fase Vegetativa

La fase vegetativa cumple con una duración de 6 meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos. Ocurre desde la emisión de raíces hasta los 6 meses después, formándose raíces principales y secundarias, alcanzando hasta 3-4 metros en forma horizontal. Las raíces principales se ramifican en secundarias y emiten pelos absorbentes, estas se localizan entre 20-25 cm. de la base de la planta a una profundidad de 10-15 cm (CENTA, 2018).

1.5.2 Fase Floral

El tallo floral se eleva del corno a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia, en este momento falta que se desarrollen de 10 -12 hojas (CENTA, 2018).

1.5.3 Fase de Fructificación

Posee una duración aproximada de tres meses y ocurre después de la fase floral, en esta fase se determinan las flores masculinas y las flores femeninas (dedos). Hay una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha. El tiempo desde el inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días; en esta fase los factores adversos solo influyen en el tamaño de los frutos, la cantidad de frutos fue dada en las dos fases anteriores. Lo factores adversos que influyen son la sequía, la defoliación, las bajas temperaturas, la luz y el viento (CENTA, 2018)

1.6. Factores Ambientales

1.6.1 Temperatura

La temperatura óptima se determina entre los 20° y 30° C. Inferiores a 20°C y mayores de 30°C provocan un retardo en el desarrollo fisiológico. Con temperaturas menores de 10°C, el crecimiento se detiene, el látex del pericarpio, se coagula y toma una pigmentación café claro; además los frutos no maduran en forma normal. (CENTA, 2018).

1.6.2 Humedad Relativa

La humedad relativa debe ser conveniente que esta se encuentra en un promedio de (75-80%) sin embargo afecta al cultivo en forma indirecta, ya que permite la incidencia de enfermedades foliares, principalmente en las de origen fungoso (CENTA, 2018).

1.6.3 Agua

El cultivo de plátano requiere de cantidades abundantes para su buen desarrollo, ya que está compuesta de 85-90% de agua y la transpiración es muy alta, por este motivo es recomendable ser sembrado en zonas cuya precipitación oscile entre 1,500 a 2,500mm. Las necesidades de agua mensuales son de 150 a 180 mm (CENTA, 2018).

1.6.4 Suelo

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de plátano son aquellos que presentan una textura: franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso y franco limoso; además deben poseer un buen drenaje interno y alta fertilidad, su profundidad debe ser de 1,2 a 1,5 m. Por otro lado, deben poseer buenas propiedades de retención de agua, los suelos arcillosos con un 40% no son recomendables para el cultivo. El pH del suelo para el plátano es de 6,5; pudiendo tolerar pH de 5,5 hasta 7,5 (Moreno et al., 2009).

1.6.5 Fertilización

Para realizar una adecuada enmienda, es importante conocer requisitos específicos de nutriente que la planta de plátano necesita, los análisis químicos del suelo, tejido vegetal y observaciones de desarrollo. Estas conducen a evaluar la capacidad que el suelo tiene para dar a la planta los nutrientes necesarios. Existen ciertos factores a considerar para realizar una buena fertilización como son: densidad de población, balance y cantidades de nutrientes en el suelo, épocas y modo de aplicación etc. (IICA, 1983).

Para una adecuada fertilización realizar muestreo de suelos para análisis en el laboratorio. Los elementos mayores más requeridos son: nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (CENTA, 2018).

1.7. Metodología para la inducción de brotes

La obtención del material de siembra por métodos convencionales (tradicionales), depende de la capacidad que tienen estas plantas para producir los retoños, de las condiciones ambientales, manejo agronómico, entre otros, lo cual delimitará tanto la cantidad y tiempo necesario para su producción. Por cuanto, se considera como un proceso muy lento que requiere de la aplicación de artificios como sustancias naturales o procesadas (fitohormonas), o bien de actividades inherentes al desarrollo de las plantas (aporque, eliminación de la 14 yema apical, entre otras) que estimulen la brotación, acortando el período de producción de "semillas" (Martínez et al., 2004).

Para el proceso de multiplicación masiva de material genético existen diversas metodologías, entre las cuales están la multiplicación "in vitro", exposición y aporque de yemas, propagación rápida de plantas a partir de cormos sembrados dentro de casa sombra y la inducción de brotación de yemas mediante la eliminación de la dominancia apical (FHIA, 2009).

El mismo autor indica que la metodología de la inducción de brotación, consiste en la eliminación de la dominancia apical, por lo que se considera la técnica más sencilla. Para romper la dominancia apical e inducir el desarrollo acelerado de yemas se seleccionan plantas entre 6 y 7 meses después de la siembra, ya que a esta edad se tiene la certeza que ha ocurrido la diferenciación floral. Se rompe cortando o podando el pseudotallo de la planta a ras del suelo (Cruz y Ruiz, 2012).

1.8. Uso de sustratos en la propagación de musáceas

El suelo que se utilice como sustrato, debe estar preferiblemente esterilizado o proveniente de lugares libres de plantas de la Familia Musaceae para evitar problemas de plagas, y además debe permitir un buen drenaje y óptimo desarrollo radicular. Con frecuencia se preparan mezclas (1:1:1) de suelo, arena y fibra vegetal (Bures, 1997).

De acuerdo a la investigación realizada por Tchoa et al. (2016) y Mensah et al. (2017) con el manejo de distintas mezclas de sustrato a base de cascarilla de arroz, aserrín y materiales orgánicos como fuente de carbono, se logró mayor desarrollo de yemas, proliferación de raíces y vigor de plántulas de musáceas.

1.9. Reguladores de Crecimiento

El crecimiento normal de la planta está determinado de forma armónica por reguladores que funcionan como hormonas, los principales grupos de reguladores son: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Etileno e inhibidores de crecimiento, sus concentraciones varían de acuerdo al estado de desarrollo de la planta (Coto, 2007).

Las sustancias hormonales críticas en el cultivo de tejidos son las auxinas y Citoquininas. Estas intervienen en la elongación y división celular y en la germinación de la semilla. Entre las auxinas más utilizadas en el cultivo de tejidos se encuentran el Ácido Indolacético (AIA), Ácido Naftalenacético (ANA), 2,4-D, Picloram. Entre las citoquininas se encuentran: Benzilaminopurina (BAP), la Kinetina y Zeatina (Abdelnour et al., 1994).

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que trabaja en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales. Se reconocen 5 grupos de fitohormonas principales y en general se las divide en estimuladoras e inhibidoras de crecimiento. Entre las primeras: auxinas, giberelinas y citoquininas, y entre las segundas: etileno y ácido abscísico (Redagricola, 2017).

1.9.1 Citoquinina

Las citoquininas se sintetizan en la planta generalmente en las semillas, frutos y sobre todo en las raíces, no presentan desplazamiento es decir no se desplazan del sitio de síntesis. Dentro de las Citoquininas naturales se tienen la Zeatina y la 2 isopentil- adenina (2IP) y el 6-benzilaminopurina (BAP), y en las sintéticas las más comunes son la Kinetina y el Benziladenina (BA) (CATIE, 1987).

Estas han recibido mucha atención que se consideran estimuladoras de la división celular, inducen la organogénesis estimulan el rompimiento de la latencia de las yemas axilares, el ácido Benzilaminopurina (BAP) es un compuesto muy activo y es el más utilizado debido a su disponibilidad y a un costo razonable (Roca & Mrogonski 1991, cit por Quintanilla, 2003)

1.10. Data Logger USB

Es un registrador de datos de temperatura y humedad. Es muy fácil de usar y puede generar informes en PDF automáticamente sin ningún software. Diseño USB y resistente al agua. El registrador de datos de temperatura y humedad Temtop TemLog-20H se utiliza principalmente en los campos de la medicina, los alimentos, la ciencia, las flores, la industria de la cría, hieleras, contenedores, gabinetes con sombra, gabinetes médicos, refrigeradores, laboratorios e invernaderos, etc.

1.11. Planteamiento y Formulación del Problema

El cultivo de plátano, representa un importante sostén para el socio-economía y seguridad alimentaria del país. Desde el punto de vista socioeconómico, el plátano genera fuentes estables y transitorias de trabajo, además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población campesina. Actualmente se reportan en el país un total de 144981 ha de plátano, de las cuales 86712 ha están bajo el sistema de monocultivo y 58269 ha se encuentran asociadas con otros cultivos (INEC, 2011).

En el Ecuador, durante los últimos años se ha venido estableciendo nuevas y viejas plantaciones tanto en banano como plátano, sin embargo, una limitante que actualmente enfrentan los pequeños productores al momento de establecer áreas nuevas de cultivo, es la falta de semilla de buena calidad, que requieren para la plantación de dicho cultivo, de tal forma que con la utilización de la técnica de propagación intensiva a partir de un segmento de la planta madre se puede obtener como resultados la reproducción masiva de plantas genéticamente iguales. Esto le da la ventaja al productor a incrementar el número de explantes en espacios más reducidos disminuyendo los costos de producción e incrementando su rentabilidad (CENTA, 2018).

La obtención de plántulas de plátano a través de la técnica de propagación con la utilización de hormonas citokyn y bayfolan ha demostrado ser una alternativa eficaz a la falta de recursos económicos y una respuesta a la limitante que representa el uso de plantas provenientes de la regeneración natural en donde el material vegetal corre el riesgo de contaminarse y verse afectado con la presencia de plagas y enfermedades que se encuentran presente en las plantaciones de plátanos (CENTA, 2018).

La aplicación de nuevas prácticas agrícolas en los cultivos, tienden a mejorar su productividad y rentabilidad. En plátano, la investigación ha desarrollado nuevas tecnologías de propagación masiva del material de siembra, que deben ser

validadas localmente, con la finalidad de valorar su impacto productivo y económico (Cobeña, V y López, S, 2018).

¿El uso de biorreguladores podrá incrementar la tasa de crecimiento y calidad de plántulas de plátano dominico en cámaras térmicas?

1.12. Justificación.

En el Ecuador principalmente en la provincia de Manabí, el cultivo de plátano es un componente de mayor importancia por el aporte que brinda en la dieta alimenticia para el país.

Manabí se establece en la actualidad una de las primordiales provincias como el mayor productor de esta musácea en el Ecuador, convirtiéndose de gran importancia económica, que requiere mediante los ingresos obtenidos por medio de la comercialización de este producto que contribuye en el mercado tanto nacional e internacional.

El propósito de contribuir a la solución de esta problemática, se ejecutó este trabajo de investigación orientado en adquirir buenos resultados en material de siembra de buena calidad, sistema radicular de la plántula y con un gran vigor. Demostrando que dentro de la cámara térmica se adquieren pérdidas hasta el 50% en etapa de germinación.

De esta manera, la valoración de biorreguladores como medio para la propagación intensiva del plátano dominico (*Musa paradisiaca*), en cámaras térmicas no se han realizados estudios relacionados a efectos de biorreguladores sobre la calidad de plántulas de plátano y la tasa de crecimiento (Cobeña, V y Lopez, S.2018).

1. 13. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.13.1 Objetivo general.

- Identificar un sistema de propagación intensiva en plátano en condiciones de cámara térmica utilizando biorreguladores.

1.13.2 Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de las dosificaciones de los biorreguladores.
- Determinar el número de brotes primarios obtenidos en condiciones de cámara térmica.
- Conocer la altura de los brotes primarios de plántulas por tratamientos condiciones de cámaras térmicas.

1.14. Hipótesis

1.14.1 Hipótesis Alternativa

¿La aplicación de los biorreguladores logrará algún efecto en cormos de plátanos dominicos *Musa paradisiaca*?

1.14.2 Hipótesis Nula

¿No se obtiene efectos sobre los cormos bajo cámaras térmicas y aplicación de biorreguladores?

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

La presente investigación se realizó entre los meses diciembre a febrero del año 2021, ubicada en el sitio Beldado del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas;

Latitud -1.21667

Longitud -80.38333.

Norte: Cantón Portoviejo y Pichincha

Sur: Olmedo y Veinticuatro de Mayo

Este: Cantón Pichincha y la provincia de Guayas

Oeste: Cantón Portoviejo, Veinticuatro de Mayo y Jipijapa (cantón).

2.2 Características climatológicas

Parámetro	Promedio
Temperatura	25.8 °C
Pluviosidad	190,6 mm
Humedad relativa	70 - 90%
Evaporación	1500 - 1700mm ³
Heliofania	1.300 horas del sol/año
Textura	Franco arcillosa-limosa.
Origen	Tropical

Cuadro 1: Datos climáticos.

2.3. Procedimiento

2.3.1. Construcción de la cámara térmica

Para la construcción de la cámara térmica se utilizó las siguientes dimensiones 9 metros de ancho, 18 de largo y 2,5 de alto, los materiales que se implementaron en la construcción fueron (caña guadua, madera, etc.), para la cubierta se implantó plástico térmico transparente de 0,6mm de espesor con protección UV, para generar calor dentro del mismo y estimular la brotación e intensiva de hijuelos.

En el interior de la cámara térmica se construyó bancales 1.20cm de ancho y 7m de largo, posterior a la siembra se realizó la limpieza e inducidos con cada uno de los tratamientos. Se utilizó un sustrato de 4-3-3 (suelo, arena y compost) esta mezcla, se la realizó para darle las condiciones adecuadas de aireación, un buen drenaje y fertilización.

2.3.2. Preparación de concentraciones hormonales para los tratamientos.

El biorregulador que se utilizó es (cytokyn) en el siguiente cuadro se puede ver la solución química del producto, este compuesto se lo diluirá en una solución de agua destilada (con cero, 20 y 40 ml de solución química) hasta completar un litro de agua, para cada tratamiento a realizar, se realizó una perforación en forma de asterisco donde se aplicó la solución química del biorregulador, la aplicación hormonal se lo realizó en la mañana bajo sombra, donde se dejará los cormos por 24 horas antes de la siembra, esto se ejecutó con la finalidad que el producto pueda ser aprovechado y no se evapore o se descomponga por el efecto de la alta temperatura de la cámara térmica.

Bioestimulante (Citokyn)	
citoquininas	0,01%
Potasio (k2O)	6,34%

Cuadro 2: Datos de bioestimulante

El bioestimulante (Bayfolan) que se utilizó es una solución líquida, en el siguiente cuadro se explica los componentes que contiene. Esta solución se la aplicará a los 15 días después de la siembra, es decir cuando comience a emitir sus primeras raíces, esta aplicación se la realizará cada cuatro semanas y se lo fertilizará con abono completo (YaraMilla) en dosis de 15 gr/cormo, esto se lo realizará con la finalidad de mantener el cormo bien nutrido.

Fertilizante foliar Bayfolan	
Nitrógeno amoniacal	5,3 %
nitrógeno nítrico	3,7 %
Nitrógeno total	9 %
Fósforo total asimilable (P₂O₅)	9 %
Potasio soluble en agua (K₂O)	7 %
Hierro (Fe)	0,190 g/l
Cobre (Cu)	0,081 g/l
Molibdeno (MO)	0,010 g/l
Zinc (Zn)	0,060 g/l
Boro (B)	0,101 g/l
Cobalto (CO)	0,004 g/l
Manganeso (Mn)	0,160 g/l

Cuadro 3: Datos de fertilizantes de bioestimulante Bayfolan

Además, contiene vitamina B1 y hormona de crecimiento (4 ppm), quelatizantes (5,720 ppm).

2.3.3. Selección del material vegetativo.

Se utilizó cormos de plátano dominico *musa paradisiaca*, del sitio el beldaco del cantón santana, utilizando plantas que tengan el cormo de dos kilogramos, se realizará una limpieza de las raíces hasta que el cormo quede completamente blanco, esto se lo ejecutó con la finalidad de eliminar nematodos, huevos, larvas, pupa y adulto de picudo negro. Al realizar esta limpieza se garantizará un cormo sano.

Se cortó la parte superior del pseudotallo quedando 5 a 7 cm del cuello del cormo, se utilizó una solución insecticida (Benfuracarb + solvente naphtha), se utilizó 20 ml de solución en 20 litros de agua. Una vez realizado la desinfección de procedió a eliminar el punto apical, utilizando una navaja y se lo introdujo a 4 cm de profundidad, con la finalidad de inhibir la dominancia apical. Al realizar la eliminación del punto apical quedará una abertura donde se colocó la solución de (BAP).

2.3.4. Preparación y siembra del material vegetativo.

Se procedió a lavar, eliminar raíces y pseudotallo viejo. Se cortó transversalmente el pseudotallo de cada yema, a 2 cm del cuello del rizoma; luego se eliminó la yema central o ápice meristemático (romper la dominancia apical) a una profundidad de 4 cm, dejando una cavidad de 2 cm de diámetro aproximadamente; a continuación, se realizó un corte en forma de cruz al segmento del pseudotallo profundizando hasta el cuello del rizoma, se realizó la aplicación de las concentraciones hormonales, de 20,40 mg/L en la cavidad dejada por la extracción de la yema central.

2.4. Variables

2.4.1. Variable Independiente

- Plátano dominico *Musa paradisiaca*



Figuras 1: Plátano Dominicano *Musa paradisiaca*.

Fuente: autores

- Cámara térmica



Figuras 2: Construcción de cámara térmica.

Fuente: autores

- Biorreguladores



Figuras 3: Bioestimulantes (Bayfolan y Citokyn).

Fuente: autores

2.4.2. Variables Dependientes

- **Días de brotación.** - se registró en días desde el momento de la siembra hasta que se diferencie un buen brote.



Figuras 4: Plantas adventicias formadas directamente de brotes primarios (R1).

Fuente: autores

- **Número brote primarios (R1).** - se determinó contando el número de brotes primarios producidos por cormo.



Figuras 5: Presencia de brotes primarios (R1).

Fuente: autores

- **Altura de brote primarios (R1):** se determinó la altura en tres fechas secuenciales diferentes



Figuras 6: Medición de plantas adventicias formadas directamente del brotes primarios (R1).

Fuente: autores

2.5. Niveles

N1= Testigo sin aplicación

N2= 20 ml

N3= 40 ml

2.6. Tratamientos

En el siguiente cuadro se describen los tratamientos que fueron estudiados en la investigación.

TRATAMIENTO	CÓDIGO	TRATAMIENTO
1	T1	2 kg 0 ml
2	T2	2 kg 20 ml
3	T3	2 kg 40 ml

Cuadro 4: Tratamientos de investigación

2.7. Diseño Experimental

Se empleará un diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) utilizando 3 tratamientos, con 3 repeticiones teniendo 9 unidades experimentales, donde cada unidad experimental estará conformada por 4 cormos, por lo que se utilizarán 36 cormos para la investigación.

2.8. Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA), utilizando las variables que presentaron diferencias estadísticas, fueron analizadas, mediante el método de la prueba estadística de Tukey (0,05%).

2.8.1 Esquema de Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD
Total	8
Tratamiento	(-1) 2
Repetición	(-1) 2
Error Experimental	4

Cuadro 5: Esquema de análisis de varianza

2.9. Variables Analizadas Estadísticamente

2.9.1. Días de Brotación

Esta variable se registró a los 41 y 55 días pertinentes, tomando en cuenta de forma consecutiva los hijuelos emitidos por los cormos de cada tratamiento llevando a cabo la respectiva toma de datos en los días requeridos.

2.9.2. Números de brotes primarios (R1)

Esta variable se obtuvo a los 41 y 55 días respectivamente tomando los datos necesarios debido a la presencia de los hijuelos emitidos por los cormos de cada tratamiento a estudiar.

2.9.3. Altura (cm) de brotes primarios (R1)

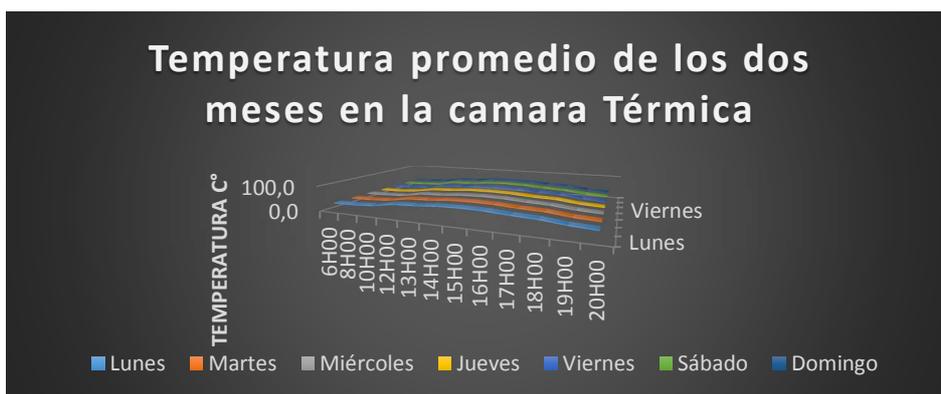
La altura de los hijuelos fue tomada durante 41 días y 55 días respectivos, determinándose en centímetros (cm) con la ayuda de una cinta métrica, donde se llevó a cabo el proceso de hacer la medición desde el nivel del suelo hasta el ápice del hijuelo en estudios y posteriormente se obtuvo el promedio requerido.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Temperatura Cámara Térmica

Temperatura promedio de los dos meses en la cámara Térmica							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6H00	30,3	30,1	30,8	29,3	31,0	29,7	29,4
8H00	31,5	31,1	32,2	30,2	32,1	31,5	30,6
10H00	35,8	35,9	35,2	36,4	35,3	35,4	35,6
12H00	49,6	49,5	49,5	49,4	49,6	49,0	48,7
13H00	52,8	52,6	51,8	53,1	51,9	51,4	50,7
14H00	59,1	59,3	58,7	59,8	58,6	59,2	59,3
15H00	61,1	60,9	61,1	61,0	60,4	61,7	60,4
16H00	59,4	59,1	59,5	59,0	59,0	59,7	58,7
17H00	53,4	53,1	53,5	53,0	53,0	53,7	52,7
18H00	49,6	50,0	49,5	50,3	50,1	49,4	50,9
19H00	40,4	40,1	40,5	40,0	40,0	40,7	39,7
20H00	35,4	35,1	35,5	35,0	35,0	35,7	34,7

Cuadro 6: Datos de promedios de temperaturas de dos meses en cámaras térmicas.



Figuras 7: Temperatura promedio de dos meses en cámaras térmicas

3.2 Determinación el efecto de tres niveles de biorregulador sobre la tasa de multiplicación del plátano dominico (*musa paradisiaca*).

3.2.1 Días de brotación

Se evaluaron dos ciclos en el cultivo en la multiplicación del material vegetal, en donde, se midió el potencial de generación de brotes a los 41 días (1er ciclo) y a los 55 días (2do ciclo) una vez realizada la siembra.

En el siguiente (cuadro 6) se puede ver el análisis del ANOVA donde se determinan los días de brotación a los 41 y 55 días, donde podemos determinar que los tratamientos son altamente significativos donde se está aceptando la hipótesis alterna, dando a conocer un promedio de 2,83 a los 41 días y 55 días un promedio de 4,97. Con un coeficiente de variación a los 41 días de 9,4% y a los 55 días de 12,9% estos nos dan indicar que la investigación se realizó correctamente.

FUENTE DE VARIACIÓN		
DÍAS DE BROTAÇÃO	41 DÍAS	55 DÍAS
Tratamientos	<,0001**	<,0001**
Promedio	2,83	4,97
C.V	9,4%	12,9%

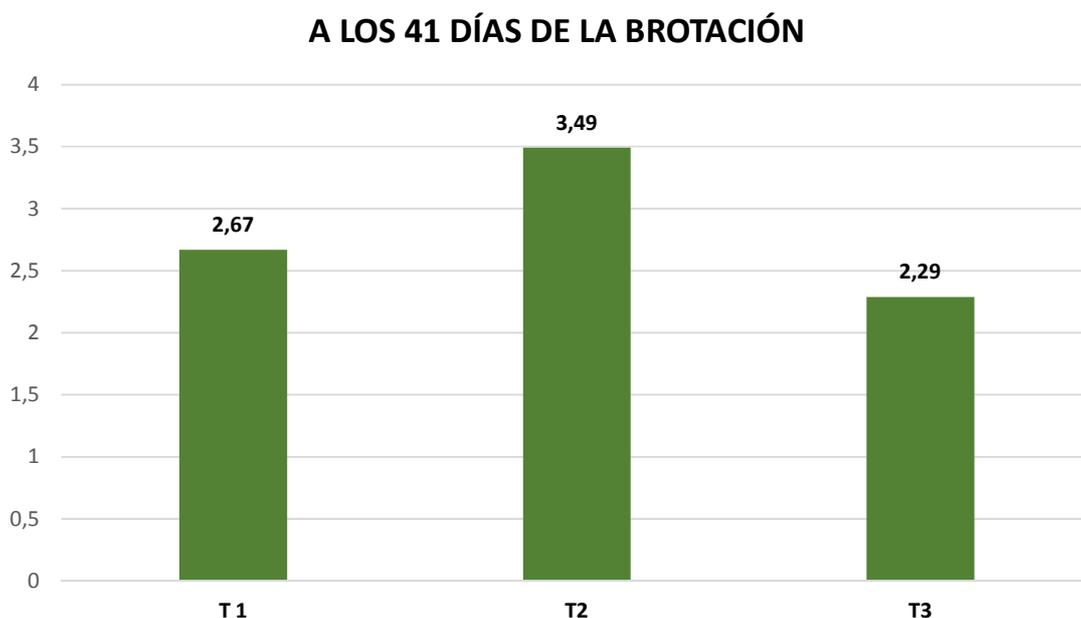
**altamente significativo

C.V: Coeficiente de Variación

Cuadro 7: Esquema de fuente de variación de días de brotación.

3.2.2 Evaluación realizada a los 41 días

En este ciclo se obtuvieron los siguientes porcentajes promedios de brotes; el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de brotación en este ciclo fue el T2 (20ml Bayfolan) con 3.49%, seguido del T1 (testigo) con el 2.67% y el tratamiento con menor porcentaje de brotación fue el T3 (40ml Bayfolan) con 2.29% de potencial de generación de brotes (Figura 7)

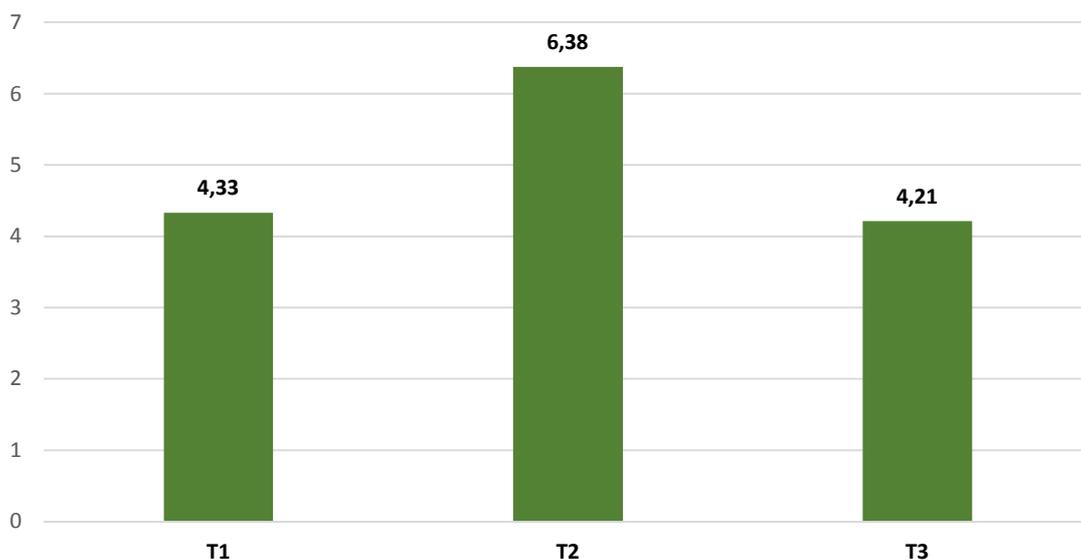


3.2.3 Evaluación realizada a los 55 días

Al igual que en el ciclo 1 al tomar las fuentes de variación, no presento diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos y el porcentaje de brotes al realizar el análisis de varianza (Cuadro 6).

La segunda recolección de datos se llevó a cabo a los 55 días de cultivo, en donde, se observó un aumento considerable en la generación de brotes quedando los porcentajes promedios de la manera siguiente el T2 (20ml Bayfolan) obtuvo el mayor porcentaje de brotes con un 6.38 y el T3 (40ml Bayfolan) obtuvo el menor porcentaje de brotación con un 4.21%, mientras que el tratamiento testigo obtuvo el 4.33% (Figura 8).

A LOS 55 DÍAS DE LA BROTAÇÃO



Figuras 8: Porcentaje de brotación obtenido en el ciclo 2 de plátano dominico *Musa paradisiaca*, suplementados con diferente concentración de bayfolan.

Los resultados obtenidos son cercanos a los reportados por Pereira et al (2001) quienes al evaluar niveles y combinaciones de las citocininas BAP+TDZ en banano cv. "Maca" propagado in vivo obtuvieron un total 5.73 brotes por rizoma con la combinación BAP 10 mg L⁻¹ + TDZ 20 mg L⁻¹, y 4. 72 brotes por rizoma en el testigo no tratado. Así mismo con la mayor dosis de BAP+ TDZ reportaron un periodo de brotación de 24 días en comparación a los 32 días que le llevo brotar al testigo sin tratamiento. Bajo la misma metodología Canchignia et al (2008b) evaluaron niveles y combinaciones de BAP y AIA sobre la proliferación de cormos en banano y plátano, reportando que la dosis que produjo la mayor cantidad de brotes de primera generación fue la de 30 mg L⁻¹ de BAP.

3.3.1 Determinar el número de brotes primarios obtenidos en condiciones de cámara térmica.

Tomando como fuente de variación, el análisis de varianza indicó que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos en el porcentaje de brotes primarios (R1) obtenidos.

En el siguiente (cuadro 7) se puede observar el análisis del ANOVA donde se establecen el número de brotes primarios, se puede determinar que los tratamientos, son altamente significativos y donde la hipótesis alterna es aceptable, dando a conocer un promedio de 3,23. Con un coeficiente de variación de 10,5% estos nos dan conocer que la investigación se fue realizada exitosamente.

FUENTE DE VARIACIÓN	
Tratamientos	<,0001
Promedio	3.23
C.V	10.5%

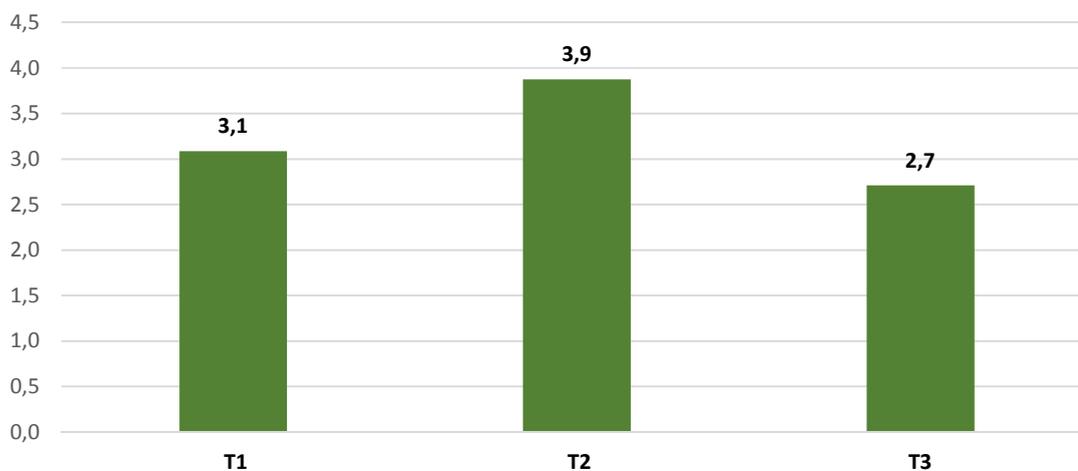
**altamente significativo

C.V: Coeficiente de Variación

Cuadro 8. Análisis de varianza para porcentaje de brotes primarios en la macro propagación de plátano dominico *Musa paradisiaca*, entre ciclo I y ciclo II.

En el análisis de número de brotes primarios se obtuvieron los siguientes resultados referente a los tratamientos estudiados; el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de brotación fue el T2 (20ml Bayfolan) con 3.9%, seguido del T1 (testigo) con el 3.1% y el tratamiento con menor porcentaje de brotación fue el T3 (40ml Bayfolan) con 2.7% de potencial de generación de brotes (Figura 9)

BROTOS PRIMARIOS



Figuras 9: Porcentajes promedios de brotes primarios de plátano dominico *Musa paradisiaca*.

Los resultados difieren a los obtenidos por Msogoya y Mwakisitu (2014) quienes reportan que la mejor concentración de citocininas para obtener mayor cantidad de brotes R1 en menor tiempo de emergencia, es de 2 mg L⁻¹ de tidiazuron (TDZ) en cultivares de banano Cavendish y French plantain, lo cual se asemeja a lo obtenido por Langford et al. (2012) y Dayarani et al. (2013) quienes lograron mayor cantidad de brotes R1 en menor tiempo de brotación con concentraciones bajas de BAP, en banano macro-propagado.

Estas diferencias, quizás se deban a la forma como fue aplicada la hormona, puesto que Msogoya y Mwakisitu et al. (2014) y Langford et al. (2012) sometieron los cormos a remojo por 12 horas y 30 minutos, respectivamente, en las diferentes concentraciones de BAP, mientras que, en el presente estudio, al igual que los realizados por Pereira et al. (2001) y Cachignia et al. (2008), la hormona fue aplicada en la cavidad dejada por la extirpación del meristemo apical. Es probable que dentro de la cámara térmica se necesiten mayores concentraciones de 6-BAP debido a altas temperaturas, ya que según estudios realizados por Todorova et al. (2005) en *Arabidopsis thaliana*, los contenidos endógenos de citocininas disminuyen con temperaturas extremas.

Álvarez et al (2013) determinaron que cormos de plátano desprovistos del meristemo apical y sometido a altas temperaturas en cámara térmica brotan con mayor rapidez, observándose la emergencia de los mismos 18 días después de la siembra; además se produjo una mayor producción de brotes/cormo en el interior de la cámara térmica, en comparación a la baja cantidad que se obtiene al ambiente. Este hecho indica que la mayor cantidad de brotes y rapidez de brotación de los rizomas sometidos a cámara térmica no se debe solamente al efecto de reguladores de crecimiento como BAP, sino que también la temperatura ejerce un efecto determinante en la activación de yemas laterales

3.1.3 Conocer la altura de los brotes primarios de plántulas por tratamientos condiciones de cámaras térmicas.

El mayor crecimiento en altura alcanzado por las plántulas de callo puede estar en función a su mayor número de raíces formadas de manera simultánea durante los 55 días de aclimatación, lo cual les permitió una mayor exploración del substrato contenido en los bancales y por lo tanto mayor nutrición y desarrollo.

En el siguiente (cuadro 1) se puede ver el análisis del ANOVA donde se determinan la altura de brotes primarios, los tratamientos son altamente significativos, donde se está aceptando la hipótesis alterna, dando a conocer un promedio de 5,37. Con un coeficiente de variación de 9.7% este nos indica que la investigación se realizó correctamente.

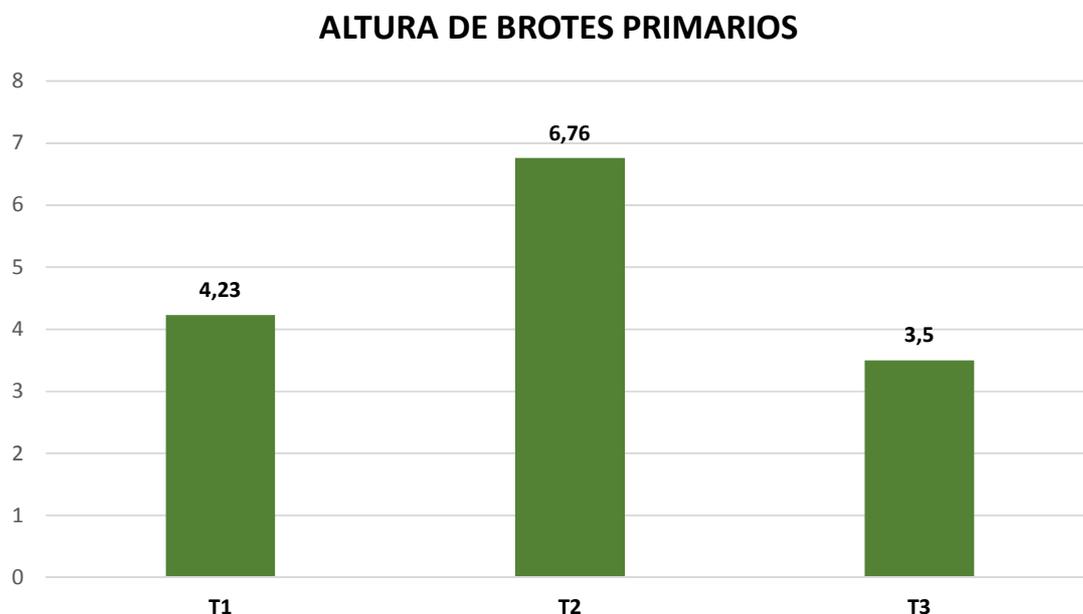
FUENTE DE VARIACIÓN	
Tratamientos	<,0001
Promedio	5,37
C.V	9,7%

**altamente significativo

C.V: Coeficiente de Variación

Cuadro 8: Análisis de varianza para porcentaje de altura de los brotes primarios en la macro propagación de plátano dominico *Musa paradisiaca*, entre ciclo I y ciclo II.

Esta variable se la evaluó, en cuanto a la altura de planta se aprecia que el T2 (20ml Bayfolan) obtuvo como resultado con mayor crecimiento un promedio de 6,76%, mientras que el T3 (40ml Bayfolan) con 5,10% y el tratamiento con menor resultado fue el T1 (testigo) con menor porcentaje de 4,23%.



Figuras 10: Porcentajes promedios de altura de plátano dominico *Musa paradisiaca*.

Los resultados se asemejan a los obtenidos por Gabriel et al (2013) quienes mencionan haber alcanzado 100% de supervivencia en plántulas de banano cv. Lacatan con tamaños en altura de 7-10 cm en contraste a los 86.67% obtenidos con tamaños de 3-6 cm. Así mismo Sosa Rodríguez et al (2009) obtuvieron mayor supervivencia y enraizamiento en explantes de *Heliconia standley* mayores a 3 cm en contraste a los explantes de menor tamaño. Por su parte, López (2010) obtuvo mayor respuesta organogénica in vitro en el banano cv. Gran Enano cuando utilizó explantes de 1 cm, en comparación con la reducida o nula respuesta de explantes de 0.5 cm. Resultados similares fueron encontrados por Goswami y Handique (2013) quienes al evaluar tres tamaños de explante (5-10-20 mm) sobre la respuesta organogénica in vitro de tres cultivares de banano, obtuvieron mayor respuesta organogénica y porcentaje de supervivencia en los explantes de 20.

Los resultados se asemejan a los obtenidos por Sosa-Rodríguez et al (2009) quienes obtuvieron mayor altura de tallo en plántulas de *Heliconia standley* que presentaron mayor número de raíces. Así mismo Hernández (2008) obtuvo mayor altura en plántulas de *Heliconias* que mostraron mayor masa radical. Por su parte Blomme et al (2008) encontraron que plántulas de plátano derivadas de la macro-propagación presentaron mayor altura y diámetro de tallo que las plántulas derivadas de cultivo in vitro, lo cual se relaciona con una mayor cantidad de raíces y no al origen del material de siembra, lo cual se asemeja a lo determinado por Blomme et al (2003).

A pesar de que algunos autores han indicado diferencias entre plantas derivadas de diferentes tejidos y rutas organogénicas de un mismo explante inicial en especies como cítricos, aguacate y amapola (Moreira-Días et al, 2000; Ovecka et al, 2000; Zulfiqar et al, 2009), para el caso de banano no se reporta en la literatura científica diferencias en crecimiento entre plántulas derivadas de diferentes tejidos tales como el meristemo apical y brotes axilares, dado que trabajos conducidos por Youmbi y Ngaha (2004), Youmbi et al (2005) y Youmbi et al (2014) han demostrado similar comportamiento entre plántulas derivadas de diferentes fuentes de explante tanto en aclimatación y en campo, por lo tanto creemos que cualquier tipo o fuente de explante serviría para la propagación, dado que presentan similar capacidad morfo-génica. Esto es coincidente a lo obtenido por López et al (2005) quienes evaluaron características fenotípicas de plantas derivadas por embriogénesis somática, de organogénesis utilizado ápices meristemáticos y procedentes de cormos (propagación convencional).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Una vez concluida la presente investigación se detalla lo siguiente:

- El análisis de los tratamientos determinó que el T2 (20ml bayfolan) es el que tiene el mayor incremento de la tasa de multiplicación en hijuelos.
- Para el caso de plátano no se reporta en la literatura científica diferencias en crecimiento entre plántulas derivadas de diferentes tejidos tales como el meristemo apical y brotes axilares, dado que trabajos conducidos por Youmbi y Ngaha (2004), Youmbi et al (2005) y Youmbi et al (2014) han demostrado similar comportamiento entre plántulas derivadas de diferentes fuentes de explante tanto en aclimatación y en campo, por lo tanto creemos que cualquier tipo o fuente de explante serviría para la propagación

4.2 Recomendaciones

En base a los resultados y discusiones se recomienda lo siguiente:

- Realizar investigaciones donde se puedan comparar métodos de multiplicación haciendo diferentes usos de compuestos orgánicos y factores abióticos como: humedad relativa, temperatura, etc.
- Con fines de mejorar la tasa de multiplicación, se recomienda evaluar otros tipos de citocininas sintéticas, ajustar dosis y formas de aplicación.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes en cámara térmica, aplicándolos en horas de la tarde cuando la temperatura disminuye, con la finalidad de reducir el riesgo de que se destruyan los componentes del producto por efecto de altas temperaturas, así como también permitir una mejor absorción por parte de las raíces
- Llevar a la siembra el resultado del tratamiento efectivo obtenido en plántulas de plátano durante la aclimatación bajo cámara térmica con su posterior comportamiento en campo, y así determinar el mejor índice a nivel de vivero.

4.3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adelaja, B. 1995. Técnica de multiplicación rápida en la explotación de bananos y plátanos. *Musafrica* 12 (8): 6.
- 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 CIA T no. 384).
- Becerra, J.1999. Caracterización Fenológica del Plátano Dominic. Milagro, Ecuador.
- Blomme, G; Teugels, K; Blanckaert, I; Sebuwufu, G; Swennen, R; Tenkouano, A. 2003. Methodologies for root system assessment in bananas and plantains (*Musa spp.*). pp 43 - 57. En: *Banana Root System: Towards a better understanding for its productive management*. Turner and Rosales (Eds). Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. 44.
- Blomme, G; Swennen, R; Tenkouano, A; Turyagyenda, F; Soka, G; Ortiz, R. 2008. Comparative study of shoot and root development in micropropagated and sucker derived banana and plantain (*Musa spp.*) plants. *Journal of Applied Biosciences* 8(2): 334-342.
- Bures, S. 1997. *Sustratos*. Madrid, España. Ediciones Agrotécnicas. 342 p
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 1987, *II curso de cultivo de tejidos*, Turrialba, Costa Rica
- Cedeño, G; Murillo, L; Vélez, J; Cargua, J. S. f. Efecto de tamaños de cormos sobre la tasa de multiplicación del plátano en dos ambientes de propagación. Tesis ing. Agrícola. Calceta, Ecuador, ESPAM.
- CENTA, 2018. Centro Nacional del Tecnología agropecuaria y forestería. *Cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*)* (en línea). Consultado 25 feb. 2021.

Disponible en
http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf

- Cobeña, C; Lopez, L. Efecto de varios sustratos sobre la proliferación de plántulas de plátano propagado en cámara térmica. Tesis ing. Agrícola. Calceta, Ecuador, ESPAM.
- Coto, G. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología, primera edición, San José, Costa Rica. Pc. 295
- Cruz, L; Ruiz, D. 2012. Métodos para acelerar la emisión y desarrollo de hijuelos en plátano (*Musa sp*) en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. (En línea). Formato PDF. Consultado el 5 de octubre del 2014. Disponible en:
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1091/1/T3380.pdf>
- Delgadillo, D. 2014. “Estudio comparativo del rendimiento del plátano Barraganete VS plátano Dominicó”. Tesis Ing. Agropecuaria. Guayaquil, Ecuador, UCSG.
- FHIA. (1985) Manual de plátano. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. LLuna Cortes, Honduras 131p.
- Guerra, G. D.A (1998) Manejo del cultivo de Banano en la costa norte del país. Diagnostico-EPISA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Pags 89.
- Hernández, E. 2008. Regeneración in vitro de *Heliconia spp.* vía organogénesis directa. Tesis Mg. Se. Montecillo, México. COLPOS. 111 p.
- ICCA. 1983. El plátano: Guía técnica para el cultivo de banano. Nicaragua
- INEC. 2011. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Datos Estadísticos Agropecuarios. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC). (En línea). Consultado 26 feb. 2021. Disponible en:
http://www.inec.gob.ec/espac_pubicaciones/espac2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf
- INIAP. 2013. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Programa Nacional del Banano y Plátano. (En línea). Consultado en enero del 2021. Disponible en:

http://www.iniap.gob.ec/~iniapgob/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=29:banano&catid=6:programas

- INIAP. S.f. Banano, plátano y otras musáceas (en línea). Consultado 26 feb. 2021. Disponible <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- 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.
- Martínez. G; Tremont. O; Hernández. J. 2004. Manual Técnico para la Propagación de Musáceas. Propagación de Musáceas Revista Digital CENIAP Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm
- Moreira-Dias, J; Molina, R; Borbón, Y; Guardiola, J; García-Luis, A. 2000. Direct and indirect shoot organogenic pathways in epicotyl cuttings of troyer citrange differ in hormone requirements and in their response to light. *Annals of Botany* 85: 103-110
- Ormazá, M. 2017. Influencia De Tres Niveles De Carbamida Sobre La Inducción De Hijuelos De Plátano (*Musa Aab Simmonds*) En El Valle Del Río Carrizal. Tesis ing. Agrícola. Calceta, Ecuador, ESPAM.
- Redagícola. 2017. Reguladores de Crecimiento y Bioestimulantes (en línea). Consultado 25 feb. 2021. Disponible en <https://www.redagricola.com/cl/reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>
- Roca, W. & Mroginski, L. 1991. Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales in vitro. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. CIAT, Colombia. Pp. 20-35.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

- Singh, H; Selvarajan, R; Uma, S; Karihaloo, J. 2011. Micropropagation for production of quality banana planting material in Asia-Pacific. New Delhi, India. AsiaPacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB). 92 p.
- Youmbi, E; Philipps, N; Ngaha, D; Ndoumbé, M; Kwa, M. 2005. Comportement de vitroplants de bananiers plantains issus de bourgeons axillaires et apicaux au cours de l'acclimatation et en champ. *Fruits* 60: 91-100.
- Youmbi, E; Tchananyambeu, M; Ngaha, D; Fonbah, C. 2014. In vitro proliferation ability of axillary buds in *Musa* spp. *Agronomie Africaine* 26(1): 1-7.

ANEXOS



Anexo°1. Limpieza del lugar de investigación



Anexo°2. Medición de caña para base de vivero



Anexo°3. Mezcla de concreto para bases del vivero



Anexo°4. Colocación de bases del vivero



Anexo°5. Estructura de vivero finalizado



Anexo°6. Colocación de plástico térmico transparente de 0,6mm de espesor con protección UV.



Anexo°7. Elaboración de bancales.



Anexo°8. Selección de material vegetativo.



Anexo°9. Peso de cormo.



Anexo°10. Desinfección de cormos por Vicky Soledispa.



Anexo°11. Desinfección de cormo por Cristhian Flores



Anexo°12. Corte del punto apical en forma de asterisco.



Anexo°13. División de cormos por tratamientos a utilizar.



Anexo°14. Aplicación de bioestimulante bayfolan.



Anexo°15. Riego de cormos implantados en bancales.



Anexo°16. Aparición de brotes primarios (R1).



Anexo°17. Aplicación de fertilizante completo



Anexo°18. Fertilizante aplicado por tratamientos.



Anexo°19. data logger usb usado para la toma de temperatura interna del vivero.



Anexo°20. Presencia de brotes primarios



Anexo°21. 55 días de desarrollo de brotes primarios



Anexo°22. Toma de medida de altura de brotes primarios.