

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFFECTO DE TRES ENRAÍZANTES SINTÉTICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLÁTANO
(*Musa paradisiaca* L.) BAJO CONDICIONES DE LA
CÁMARA TÉRMICA**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

LUIS OZAMBELA TORRES

Tingo María – Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios divino creador de todo lo que existe, quien me dio la vida y me dotó de inteligencia para poder conseguir uno de mis mayores anhelos.

A mis padres, seres a quien debo la vida, por su amor y aprecio; a mi hermana. A ellos toda mi gratitud, respeto y total admiración.

A mi esposa Ruth Cuchilla Arana por su motivación, apoyo y confianza en todo momento.

A todos los docentes de la facultad de Agronomía, por la enseñanza que me brindaron en una sólida formación como profesionales.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros de jurado de tesis, Ing. M. Sc. Fernando Gonzales Huiman, Ing. Agr. Jaime Chávez Matías y a la Ing. Agr. Luz Balcázar Terrones. A los miembros de la comisión de grados y títulos por la revisión y sugerencias.
- Al Ing. Agr. Carlos Miranda Armas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- Al equipo técnico del proyecto “Café cacao” del distrito de Chinchao, por su apoyo en la ejecución de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. El cultivo de plátano (<i>Musa</i> sp.) en el Perú	13
2.2. Cultivo de plátano.....	13
2.2.1. Historia	13
2.2.2. Condiciones ecológicas	14
2.2.3. Rizoma del plátano	15
2.2.4. Morfología de la planta de plátano.....	16
2.2.5. Descripción de la variedad Bellaco.....	17
2.2.6. Propagación	17
2.2.7. Tipos de semillas para la propagación	19
2.3. Producción de semillas de plátano mediante la cámara térmica.	20
2.3.1. Enraizamiento y crecimiento en invernadero.....	21
2.3.2. Comparación de la propagación en la cámara térmica con el método convencional	22

2.4.	Bioestimulantes	23
2.4.1.	Función de los bioestimulantes.....	24
2.4.2.	Como se usan los bioestimulantes	25
2.4.3.	Bioestimulantes radicales	25
2.5.	Enraizantes a usarse en el experimento	28
2.5.1.	Enraizante Stimulate.....	28
2.5.2.	Enraizante Root Hor	29
2.5.3.	Enraizante Arte Raíz.....	30
2.6.	Antecedentes	30
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1.	Ubicación del experimento	32
3.2.	Materiales y equipos	32
3.3.	Componentes en estudio	33
3.4.	Tratamientos en estudio.....	34
3.5.	Diseño estadístico	34
3.6.	Características del campo experimental	36
3.6.1.	Características de las camas.....	36

3.6.2. Característica de los tratamientos	36
3.7. Ejecución del experimento	36
3.7.1. Selección de cormos	36
3.7.2. Acondicionamiento de los cormos madre	37
3.7.3. Aplicación de los enraizantes en los cormos	37
3.7.4. Instalación de los cormos madre en la cámara térmica....	38
3.7.5. Manejo del riego	38
3.7.6. Manejo de la temperatura.....	39
3.7.7. Manejo de los hijuelos	39
3.8. Observaciones a registrar	39
3.8.1. Número de hijuelos brotados.....	39
3.8.2. Número de hijuelos cosechados.....	39
3.8.3. Altura y diámetro de hijuelo brotados	40
3.8.4. Peso de los hijuelos.....	40
3.8.5. Longitud de raíces	40
3.8.6. Registro de la temperatura y humedad relativa de la cámara térmica.....	40

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Número de hijuelos de plátano de la variedad Bellaco brotados y cosechados bajo condiciones de cámara térmica	42
4.2. Altura de los hijuelos de plátano de la variedad Bellaco brotados y cosechados bajo condiciones de cámara térmica	55
4.3. Diámetro de hijuelos cosechados de plátano de la variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica	63
4.4. Peso del hijuelo de plátano de la variedad Bellaco cosechado bajo condiciones de cámara térmica	67
4.5. Longitud de las raíz del corno de plátano de la variedad Bellaco a los 60 días después de la siembra	71
4.6. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.....	74
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES.....	77
VII. RESUMEN.....	78
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	79
IX. ANEXO	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Descripción de los tratamientos en estudio.	34
2. Modelo del análisis de variancia.	35
3. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.	41
4. Análisis de variancia del número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra en promedio de 20 cormos.....	43
5. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en promedio de 20 cormos.....	44
6. Análisis de variancia del número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds) en promedio de 20 cormos...	47
7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds en promedio de 20 cormos.....	48
8. Análisis de variancia de la altura promedio de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds).	56
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la altura promedio de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds).....	57

10. Análisis de variancia de la altura promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).....	58
11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la altura promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).	59
12. Análisis de variancia del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).....	64
13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).	65
14. Análisis de variancia del peso promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).	68
15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del peso promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).	69
16. Análisis de variancia de la longitud de la raíz promedio del corno de plátano a los 60 días después de la siembra.....	72
17. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la longitud de la raíz promedio del corno a los 60 días después de la siembra.	72
18. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Regresión lineal del número de hijuelos brotados de los tratamientos por cada evaluación.....	45
2. Regresión lineal del número de hijuelos cosechados en tres cosechas de los tratamientos en estudio.	49
3. Número total de hijuelos brotados contados e hijuelos cosechados....	49
4. Porcentaje de hijuelos brotados y cosechados por tratamiento.....	50
5. Promedio de hijuelos por corno por tratamiento.	50
6. Regresión lineal de la altura de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 dds de los tratamientos en estudio.	60
7. Regresión lineal de la altura de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.	61
8. Regresión lineal del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.....	66
9. Regresión lineal del peso de los hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.	70

I. INTRODUCCIÓN

El plátano llega a ser el cuarto cultivo más importante del mundo, es considerado un producto básico y de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo; su producción pertenece al sector tradicional de la producción campesina y ocupa áreas poco significativas en los predios familiares para consumo doméstico. Hace parte fundamental de la dieta de los peruanos y particularmente de los pobladores del caserío San Juan de Monterrey que pertenece al distrito de Chinchao, región Huánuco; el INEI (2011), reporta que la producción de plátano en la región Huánuco, llegó a totalizar 9 mil 889 toneladas y aumentó en 6.3 %, respecto a la producción obtenida en el mismo mes del 2010 que fue de 9 mil 299 toneladas. El cultivo de plátano es sembrado generalmente en los sistemas productivos y se utiliza como sombra transitoria del cacao y café, de tal manera que el plátano es una ayuda económica para el establecimiento de plantaciones de cacao y café ya que los ingresos generados por su venta contribuyen a cubrir costos. Pero es muy importante la producción exponencial del cultivo de plátano debida a su mayor demanda comercial y agrícola, por ello depende en gran medida la utilización de semilla de calidad y a gran escala es limitada lo que dificulta que se incrementen la producción y la productividad.

Las "semillas" de plátano utilizadas para la siembra corresponden a las partes vegetativas: retoños, cormos o hijos que, una vez separados de la planta madre pueden realizar su ciclo de crecimiento y producción; la selección del material de propagación es el primer paso para iniciar la siembra comercial

del cultivo, y la mayor parte de los productores utilizan las semillas utilizadas para la siembra corresponden a la parte vegetativa denominada retoños, cormos o hijos, que una vez separados de la planta madre pueden realizar su ciclo de crecimiento, reproducción y producción; para la obtención y la disponibilidad de las "semillas" suficiente y calidad adecuada, sin que ello implique un aumento desmesurado en los costos; es muy importante la mayor producción de hijuelos sanos, homogéneos y con crecimiento vigoroso, también es muy importante la aplicación de enraizantes o estimulantes que fisiológicamente ayuden a obtener mayor número de hijuelos en un menor tiempo, haciendo pruebas de ajuste de temperatura y humedad relativa, a través de la cámara térmica y utilizando como material vegetativo los cormos de plantas madres que aún no han producido racimos. A través de la premisa anterior, la investigación tendrá como objetivos:

Objetivo general

1. Evaluar el efecto de tres enraizantes en la producción de hijuelos de plátano variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica a partir del corno de las plantas madres.

Objetivo específicos

1. Determinar el mejor enraizante en la producción y variables morfológicas de los hijuelos de plátano variedad Bellaco a partir de los cormos.
2. Determinar el efecto de la cámara térmica en la producción y en las variables morfológicas de los hijuelos de plátano obtenidos de los cormos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de plátano (*Musa sp.*) en el Perú

El plátano (*Musa sp.*) en el Perú, es un cultivo que se caracteriza por ser una valiosa fuente alimenticia para el consumidor y un importante factor de seguridad alimentaria para el productor y su familia, en especial, en la selva y que además, genera ingresos permanentes que constituye “caja chica” para financiar otras actividades agrícolas. El tipo plátano es consumido mayormente cocido o en frituras, en verde o maduro; entre las principales variedades comerciales está el Bellaco y Ingui. El tipo banano es consumido como fruta de mesa, destacando las variedades comerciales como Seda (Cavendish, Gros Michell), Isla, Moquicho o Biscochito y Capirona. Aproximadamente el 90 % de la producción nacional se destina al autoconsumo y la diferencia es para la comercialización regional, nacional y para exportación. El principal mercado de consumo es el departamento de Lima, que absorbe el 8% de la producción total de la selva y costa norte (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2. Cultivo de plátano

2.2.1. Historia

Parece probable que el hombre haya utilizado el plátano a lo largo de su historia en el Asia Sudoriental; este uso estuvo basado en plátanos muy antiguos, diploides comestibles de la *Musa acuminata*; el primero y decisivo paso en la evolución del plátano comestible, que fue el origen de la partenocarpia y desaparición de la semilla de la *Musa acuminata*; los cambios posteriores se

basaron en la hibridación de *M. acuminata* con *M. balbisiana* y la aparición de caracteres triploides y tetraploides entre los productos; en términos generales parece ser que los grupos híbridos se originaron alrededor del área principal de evolución; así, los plátanos AB, AAB, y ABB son característicos de la India y parece existir un segundo centro de diversificación de los tipos AAB y ABB en las Filipinas (SIMMONDS, 1973).

Su origen y clasificación se tiene la creencia, que fueron los árabes quienes inicialmente llevaron plantas de plátano a España y de allí fue traído a América por los padres dominicos; el plátano es una planta monocotiledónea y pertenece al orden escitaminales, a la familia Musaceae, subfamilia Musoideae y al género *Musa*; el género *Musa* contiene entre 30 y 40 especies diploides ($2n = 14, 18, 20, 22$); en la actualidad, solo existe dos especies tienen importancia comercial: *M. acuminata* (plátano) y *M. balbisiana* (banano) (PALENCIA *et al.*, 2006), *M. cavendishii* (plátanos comestibles cuando son crudos) y *M. paradisiaca* (plátanos para cocer) (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.2. Condiciones ecológicas

Las zonas tropicales son las óptimas para el desarrollo del cultivo de plátano, ya que son húmedas y muy cálidas; la altitud adecuada para la siembra de plátano va desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm; el período vegetativo del plátano se prolonga 10 días en cada 100 m de altura sobre nivel del mar; la temperatura óptima para el cultivo de plátano es 26°C; requiere para su normal crecimiento y buena producción de 120 a 150 mm de la lluvia mensual o 1,800 mm anuales (PALENCIA *et al.*, 2006).

Las necesidades hídricas alcanzan unos 150 m³ de agua por cada semana y por hectárea; los suelos aptos para el desarrollo el cultivo de banano son aquellos que se presentan una textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limosa, permeables, profundos (1.2 a 1.5 m), muy bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas; que presenta tolerancia a la acidez, pH 5 siendo el mejor 6.5 y se tiene mejor desarrollo en suelos planos, o con pendientes al 1 %; se recomienda el análisis de suelo para su dosificación mensual o por campaña anual (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.3. Rizoma del plátano

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las musáceas, que consta de un tallo subterráneo denominado cormo o rizoma, del cual brota un pseudotallo aéreo, cuyo interior crece el tallo verdadero (eje floral); el rizoma, emite raíces y yemas laterales que formarán los hijuelos o retoños; morfológicamente, el desarrollo de una planta de plátano comprende tres fases: vegetativa, floral y fructificación; la fase vegetativa comprende desde la emisión de raíces del cormo o rizoma, hasta aproximadamente seis meses posterior; en este período ocurre la formación de raíces principales y secundarias; la mayor parte de raíces salen de la parte superior del cormo, inmediatamente debajo de la inserción de las hojas, y su número disminuye hacia la parte inferior; las raíces superiores pueden alcanzar hasta 4 m de largo y extienden en sentido horizontal; mientras que las inferiores pueden llegar a profundizar hasta 1.30 m. Las raíces principales se ramifican en secundarias y éstas, y emiten los pelos absorbentes; la mayor parte de raíces absorbentes se localizan entre 0.20 a 0.25 m de la base

de la planta y a profundidad de 0.10 a 0.15 m; esta fase es sumamente sensible a la variación en el suministro de elementos minerales y casi toda la absorción de potasio se da en ella; el desarrollo alcanzado por la planta, en esta etapa, influye considerablemente sobre el número máximo de frutos que a desarrollarse así, aunque también el clima llega a prevalecer en la fase floral y tiene mucha influencia (RODRÍGUEZ y GUERRERO, 2002).

2.2.4. Morfología de la planta de plátano

Es una planta herbácea perenne gigante, con el rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5 a 7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas. Las hojas son grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2 a 4 m de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, que es ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro. El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A gran medida que cada chupón del rizoma alcanza 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. Las raíces son superficiales y están distribuidas en una capa de 30 a 40 cm, concentrándose la gran 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; su distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.5. Descripción de la variedad Bellaco

El Bellaco es una variedad también conocida con los nombres de “Harton” o “Barraganeta”. La planta presenta un pseudotallo verde rosado con una altura de 3.0 m, con diámetro en su base de 0.24 m; a la madurez comercial el racimo en promedio tiene unos 30 frutos, de unos 30 a 40 cm de largo, con un peso de 400 g por fruto; posee seis y ocho manos con un promedio de 50 frutos; para fines comerciales se cultiva entre el nivel del mar y los 1,320 m de altura; la duración de su ciclo vegetativo varía entre 11 meses a nivel del mar a de 17 o 18 meses a 1,320 m de altitud (CÁRDENAS, 2009).

2.2.6. Propagación

Se realiza mediante el cormo, rizoma o el bulbo, y es aquí donde se desarrollan yemas laterales llamados retoños que se convierten en plantas que llegan a reemplazar a las que dieron sus frutos; estos rizomas deben proceder de plantas jóvenes y sanas (HERRERA y COLONIA, 2011).

a. Por división de brotes

Se utilizan cormos provenientes de las plantas jóvenes y las que recién fueron cosechadas. El cormo se divide en cuatro a ocho partes y luego se procede a sembrar como un cormo original que luego emitirán nuevos brotes, en muchos casos estos brotes se dividen y producen meristemas múltiples que pueden ser separados y, sembrados; asimismo, se puede llegar a extraer hasta 500 nuevos retoños de un solo cormo de plátano en ocho meses (HERRERA y COLONIA, 2011).

b. Por ruptura y eliminación de la yema central

Consiste en eliminar la yema apical, con el único fin de "romper" la dominancia apical para inducir la activación de las yemas laterales y producir mayor número de hijos por cormo, tanto en las plantas cosechadas como en plantas jóvenes; el número de hijos generados dependerá de varios factores como el tipo de clon, las condiciones fisiológicas de la planta y las condiciones climáticas (HERRERA y COLONIA, 2011).

c. A través del uso de hijuelo

El peso debe ser mayor a 150 g se recomienda pelarlos antes de la siembra con cuidado de remover solo las raíces y la capa superficial de la corteza para llegar a mantener la conformación original del mismo; asimismo, en el momento de llevarlas a campo siempre estará determinado por la presencia de cuatro hojas verdaderas y una altura de 20 a 25 cm (HERRERA y COLONIA, 2011).

d. Propagación tradicional

Es el sistema de propagación más antiguo y hace uso de hijos o los retoños. Se caracteriza por la escasa o nula aplicación de prácticas culturales básicas, de manera que las plantas se encuentran bajo libre crecimiento, lo que provoca un alto índice de competencia entre ellas; el material de propagación usado en este sistema proviene generalmente de la misma plantación y tiene una baja eficiencia existiendo además, riesgo de diseminación de enfermedades (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.7. Tipos de semillas para la propagación

a. Colino de aguja o puyón

Su pseudotallo es de forma cónica, con hojas estrechas, la altura oscila entre 0.5 y 1.0 m con un peso aproximado de 2.0 kg, después de cortar la parte aérea; este tipo de semilla es fácil de sacar, preparar, sembrar y de ciclo vegetativo corto; la desventaja es su escasa disponibilidad. La extracción de la semilla se procede de la siguiente forma: a) Identificar una plantación sana que se encuentre en el segundo ciclo de producción., b) Seleccionar plantas que se encuentren en producción, con mejor vigor, sanidad y calidad del racimo., a) Descartar las plantas con signos de enfermedades o que presenten coloraciones anormales en las hojas., c) Recolectar primero el racimo y después extraer los colinos, para evitar el volcamiento de la planta., d) Usar semillas con peso entre 0.7 y 2.0 kg, para la siembra directa en el campo., e) Sacar el colino cuando el suelo está húmedo., f) Eliminar las raíces y tierra adherida, procurando no dañar las yemas y así cortar en forma de bisel el pseudotallo., g) Desinfectar los colinos por un pesticida específico., h) Retirar del lote las semillas el mismo día para evitar que sean atacadas por plagas., i) Clasificar y sembrar las semillas por el tamaño para así obtener cosechas uniformes (PALENCIA *et al.*, 2006).

b. Inducción de brotes

Es una alternativa que aprovecha yemas y/o brotes de 200 y 400 g de peso, con potencial para producir una planta y un racimo de óptima calidad; esta semilla se obtiene de la siguiente manera: a) Seleccionar las plantas madres por la calidad, sanidad y tamaño del racimo., b) Cosechar el racimo y cortar en

bisel el tallo unos cinco centímetros por encima del suelo., c) Cubrir el rizoma con mezcla de tierra y materia orgánica, más 100 g de urea para la brotación de las yemas., d) Después de 30 días, cosechar los rebrotes que estén entre 200 y 400 g de peso; cortar las raíces de los colinos sin profundizar en el rizoma., e) Desinfectar los colinos en una solución de fungicida orgánico, sumergiéndolos durante 15 minutos, para evitar así la presencia de fitopatógenos., f) Preparar una mezcla de tres partes de tierra, materia orgánica y una de arena para llenar las bolsas o tubetes., g) Colocar las bolsas bajo sombra 45 % de luz solar., h) Después de 2 meses o cuando las plantas con 3 a 4 hojas se puede iniciar el trasplante al campo definitivo., i) Los sitios de inducción de brotes, continúan produciendo semilla, con un manejo adecuado (PALENCIA *et al.*, 2006).

2.3. Producción de semillas de plátano mediante la cámara térmica

Es el lugar donde se producen hijuelos de plátano, de buena sanidad y alta calidad, listos para ser trasplantados a campo definitivo y a partir de los hijuelos madre provenientes de plantas madre altamente productivas; la cámara térmica es una estructura recubierta de plástico térmico de 200 micrones, que llega a evitar la pérdida del calor, generando temperaturas de 45 a 90°C y que es resistente a la degradación (duración mínima 4 años); por efecto de las altas temperaturas se elimina todo patógeno que hubiera dentro de los hijuelos madre; cada hijuelo madre producirá de 30 a 40 hijuelos hijos altamente productivos y libres de plagas y enfermedades (GUTIÉRREZ *et al.*, 2013); en esta cámara, se someten los cormos y yemas inducidas en ellos bajo un sistema de la limpieza que comprende la termoterapia (con temperaturas entre 50 y 70 °C), con una

humedad relativa entre 30 y 100 %, y con un fotoperíodo hasta de 24 horas (complementado mediante luz artificial en la noche) (ÁLVAREZ *et al.*, 2013).

Para ello se emplea un material de siembra, a los cormos entre 1 y 2 kg, los cormos se desinfectan primero en una solución de insecticida más fungicida, y luego se someten a la técnica de reproducción acelerada de semilla o material de siembra (TRAS) Técnica de Reproducción Acelerada de Semilla para inhibir la yema o meristemo apical e inducir la brotación de yemas laterales (ÁLVAREZ *et al.*, 2013); la TRAS es una técnica que consiste, las yemas no son separadas de los cormos, sino que los cormos enteros se siembran en pequeños almácigos previamente acondicionados para que así se facilite la brotación de las yemas axilares; se elimina la yema apical a un centímetro por debajo de la corona que une así al corno con el pseudotallo del plátano; con esto se garantiza la eliminación de la dominancia apical e induce la brotación de las yemas axilares (AGUILAR *et al.*, 2004). Si la temperatura es alta al interior de la cámara térmica, ésta llega a acortar el tiempo de brotación de las yemas vegetativas, así como su desarrollo; en menor tiempo (18 días), y por tanto se llega a obtener la mayor brotación de yemas y más emergencia con temperatura alta que al propagarse en condiciones ambientales externas (29 días) (ÁLVAREZ *et al.*, 2013).

2.3.1. Enraizamiento y crecimiento en invernadero

Los brotes que cumplan 18 días de crecimiento en la cámara térmica se extraen del sustrato y se limpian en una solución de hipoclorito de sodio al 1 %. Enseguida se siembran en las bolsas (plástico negro) llenas con un sustrato estéril y rico en materia orgánica, por ejemplo, (cascarilla de arroz + aserrín de

madera blanca + suelo fértil, en la proporción 2:1:1); se debe adecuar un espacio para establecer el almácigo o vivero, donde serán colocadas las bolsas con los brotes.; debe tener sombra natural (árboles) o la sombra obtenida artificialmente cuya malla esté entre 30 y 50%. Las bolsas se fertilizan semanalmente desde la segunda semana después del trasplante (ÁLVAREZ *et al.*, 2013). El fertilizante aplicado debe ser una mezcla de urea (24.5 %), fosfato monoamónico y fosfato diamónico MAP/DAP (37.7 %) y KCl (37.7 %) (LARDIZÁBAL y GUTIÉRREZ, 2000). A los 90 días de ciclo total, se tienen semillas aptas para su trasplante en campo; en esta fase de crecimiento y desarrollo, se recomienda la aplicación de los microorganismos benéficos, como las bacterias promotoras del crecimiento radical (Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)), los hongos *Trichoderma viride* y *T. harzianum* y los hongos micorrízico arbusculares, los cuales favorecen el desarrollo del sistema radical y del crecimiento de la planta, antes de ser trasplantada al campo (ÁLVAREZ *et al.*, 2013).

2.3.2. Comparación de la propagación en la cámara térmica con el método convencional

ÁLVAREZ *et al.* (2013), mencionan que la cámara se caracteriza por:

- Ser un sistema de producción automatizado y tecnificado, con un tamaño y peso de semilla uniforme, facilitando la articulación a los programas de certificación de semilla y disminuyendo los costos de transporte.
- Al emplear el material élite desde la propagación in vitro, se llega a excluir la presencia de microorganismos fitopatógenos y plagas.

- Puede reducir el primer ciclo del cultivo hasta en los dos meses, dependiendo del piso térmico.
- Disponibilidad de material de siembra es constante en el año, con semillas de raíz desarrollada y protegida con microorganismos benéficos.
- A partir de un cormo se pueden producir hasta quince brotes que podrán ser usados como material de siembra.

La propagación convencional de las musáceas permite separar los cormos de la planta madre, mediante el deshije (MARTÍNEZ *et al.*, 2004), y se llega a caracterizar por lo siguiente (ÁLVAREZ *et al.*, 2013):

- Sistema de producción no automatizado, ni tecnificado, con mayor probabilidad de la diseminación de los microorganismos fitopatógenos y plagas.
- Sigue el ciclo de cultivo normal, que depende del piso térmico. El tamaño y peso de semilla variable, dificultando la certificación del material de siembra y aumentando los costos de transporte y el precio de la semilla.
- Disponibilidad de cormos puede ser limitada. El cormo de plátano que se utiliza no tiene un sistema radical, se requieren mayores volúmenes de dicha semilla.

2.4. Bioestimulantes

Vienen a ser formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0.1 g L^{-1}) junto con otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales. Por tanto la

concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja, los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Sus efectos sobre las plantas aplicadas suelen ser el de estimular su desarrollo general sin necesariamente incidir de forma directa en mayor amarre de fruto o mayor crecimiento de fruto. Por lo anterior los bioestimulantes pueden catalogarse como auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas ya que proveen de múltiples compuestos en pequeñas cantidades, lo cual puede ser importante en condiciones limitantes del cultivo como mal clima, sequía, ataque de patógenos, etc. (Díaz, 2009; citado por ALBAN, 2014). Los bioestimulantes por lo general, son sustancias orgánicas derivadas en gran mayoría de materiales vegetales, algas marinas entre otros, lo que llega a garantizar una elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acorde con las necesidades de la planta (Fe - Futureco, 2004; citado por ALBAN, 2014).

2.4.1. Función de los bioestimulantes

Actúan incrementando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, tales como el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, etc.), incentivando la fotosíntesis y a reducir los daños causados por stress (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, toxicidad, etc.), eliminando así las limitaciones del crecimiento y el rendimiento, de igual manera potenciando la defensa natural de las plantas antes y después del ataque de patógenos; de igual manera inhiben la germinación de esporas de los hongos, reducen la penetración del patógeno en el interior del tejido vegetal, mejorando así el estado nutricional

de la planta, mejorando así el equilibrio hormonal, facilitando la síntesis biológica de hormonas como las auxinas, giberelinas y citoquininas (Fe-Futureco, 2004; citado por ALBAN, 2014). En su formulación contienen aminoácidos libres, los cuales tienen bajo peso molecular son transportados y absorbidos rápidamente por la planta, aprovechando la síntesis de proteínas, ahorrando gran cantidad de energía que se concentra en el incremento de la producción. Los aminoácidos por ser los componentes básicos de las proteínas intervienen en la formación de los tejidos de soporte, membranas de las células para llevar a cabo numerosos y vitales procesos internos de las plantas como son crecimiento, fructificación, floración entre otros (ALBAN, 2014).

2.4.2. Como se usan los bioestimulantes

La mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, aunque en ciertos casos también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertiirrigación o en drench; ciertos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes de ello es recomendable comprobar su compatibilidad con el otro producto es decir cuidar que este no precipite, sino caso contrario no es recomendable realizar la mezcla (ALBAN, 2014); los bioestimulantes se recomiendan utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos (Fe Futureco, 2004; citado por ALBAN, 2014).

2.4.3. Bioestimulantes radicales

Los bioestimulantes radicales son productos que solos o mezclados contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas en los procesos fisiológicos

específicos; son naturales o sintéticos, caracterizados por sus diferentes modos de acción y varias formas de uso, que son capaces de mejorar la nutrición y desarrollo de los vegetales; son una clase de productos muy heterogéneos y a nivel mundial existen varios en su mayoría contienen aminoácidos, vitaminas, enzimas, extractos de algas, ácidos húmicos y un porcentaje muy bajo de otros compuestos (Benedetti, 2010; citado por ALBAN, 2014). Weaver (1996), citado por ALBAN (2014) sostiene que la principal aplicación de los reguladores de crecimiento es la estimulación de la iniciación de las raíces especialmente en estacas dentro de los viveros. Bidwell (1993), citado por ALBAN (2014) señala que una raíz en crecimiento, primaria, secundaria o adventicia, puede dividirse en tres regiones, región meristemática (donde hay multiplicación celular), región de alargamiento y diferenciación (división celular en menor grado) y región de maduración.

a. Componentes principales de los bioestimulantes radicales

- **Giberelinas:** Promueven la división celular y/o elongación, que contrarrestan el letargo, inhiben la formación de los órganos, rompen la latencia de semillas y yemas e inducen la brotación de yemas, el desarrollo uniforme del fruto, floración y la síntesis e inducción de enzimas (Bidwell, 1993; Lugo, 2007; citado por citados por ALBAN, 2014).

- **Citoquininas:** Retrasan la senescencia, que regulan la apertura estomática, actúa en las etapas de floración, fructificación y uniformidad de frutos; estimulan la división celular, el crecimiento de las yemas laterales, la expansión de las hojas, la síntesis de clorofila y activador de las defensas de las

plantas. Lugo, (2007), Bidwell (1993); citados por ALBAN (2014) manifiestan que las citoquininas son necesarias en las raíces para la división celular, liberación de la dominancia apical y movilización de nutrientes.

- **Auxinas:** Estimulan la elongación y multiplicación celular en el cambium, la diferenciación del xilema y floema y el crecimiento de las partes florales. Además, mantienen la dominancia apical, retrasan la senescencia de las hojas y la maduración de los frutos, y promueven la producción de etileno y el enraizamiento (Lugo, 2007; citado por ALBAN, 2014). Las auxinas estimulan la actividad del cambium por lo que se utilizan a veces en mejorar el prendimiento de los injertos (Weaver, 1996; citado por ALBAN, 2014); Bidwell (1993), citado por ALBAN (2014), indica que las auxinas controlan el desarrollo de la raíz llegando a acelerar el crecimiento del ápice.

- **Vitaminas:** Las vitaminas (Tiamina B₁, riboflavina B₂, piridoxina B₆, niacina y el ácido ascórbico vitamina C) y obran como los reguladores esenciales en las plantas superiores; además de ello, participan en la nutrición y la asimilación, aumentando la cantidad de protoplasma, pero no afectan a la estructura de la planta. La riboflavina (B₂), es necesaria para el crecimiento de las raíces y reducen la cantidad de auxina del sistema radical (ALBAN, 2014); gran cantidad de auxina inhibe el crecimiento de la raíz (Erston, 2005; citado por ALBAN, 2014).

- **Aminoácidos:** Se conoce la presencia de 21 aminoácidos, así como dos amidas, glutamina y aspargina. Las plantas llegan a contener muchos aminoácidos que contribuyen a la formación de proteínas y que están libres

(dihidroxifenilalanina, citrulina, norleucina, ácido pipercolico) aunque no se sabe si éstos últimos integran proteínas (Bidwell, 1993; citado por ALBAN, 2014); los aminoácidos son ingredientes fundamentales en el proceso de la biosíntesis de las proteínas (ALBAN, 2014).

- **Ácidos húmicos:** Son polímeros irregulares ensamblados de forma aleatoria que constan de anillos aromáticos a los cuales se liga los aminoácidos, péptidos, azúcares y fenoles; su estructura tridimensional le permite absorber agua de forma rápida, así manteniendo una buena estructura del suelo y ayudando en la retención e intercambio de nutrientes (ALBAN, 2014).

2.5. Enraizantes a usarse en el experimento

2.5.1. Enraizante Stimulate

Es un producto líquido formulado para promover el crecimiento y desarrollo de raíces, brotes y de frutos, pudiendo ser aplicado por el sistema de riego o foliar dependiendo del objetivo que se quiere alcanzar; cuando las plantas son sometidas a estrés, el equilibrio hormonal se desplaza hacia las hormonas de envejecimiento, haciendo a los tejidos vegetales menos resistentes y con menor capacidad para abastecer de fotosintatos a las nuevas hojas y frutos en desarrollo. El Stimulate al estar formulado con una concentración equilibrada de hormonas de crecimiento (Citoquinina, auxina y giberelinas) logra reestablecer el adecuado balance hormonal, permite el normal desarrollo de las estructuras. Aumenta los rendimientos y hace a las plantas más resistentes al estrés, mejora la inducción de yemas y el calibre de frutos (STOLLER, 2014).

a. Composición química

Citoquininas 0.009 % = 100 ppm.

Ácido giberélico 0.005 % = 56 ppm.

Ácido 3 indol butírico 0.005 % = 56 ppm.

Densidad aparente = 1.00 g/mL.

2.5.2. Enraizante Root Hor

Generalmente la producción natural de las hormonas responsables del enraizamiento, sujetas a los niveles de concentración de otras hormonas, ya que en forma natural la planta trata de tener un equilibrio en su crecimiento, con Root Hor, se favorece la acción de las auxinas en forma armónica. Root Hor es un producto que penetra en los tejidos celulares y ocasiona una concentración de auxinas, básicamente alfa Naftalenacético (ANA) y Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular. En conjunto, las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente en estacas, acodos y esquejes de diversos cultivos, emitiendo raicillas en corto tiempo.

a. Ingredientes activos

Ácido alfa naftalenacético = 0.40 %

Ácido 3 indol butírico = 0.10 %

Ácidos nucleicos = 0.10 %

Sulfato de zinc = 0.40 %

Solución nutritiva = 95.40 %.

2.5.3. Enraizante Arte raíz

Es un producto líquido formulado a base de L – Aminoácidos que es procedente de doble hidrolisis enzimática de proteínas de plumas especiales preparadas por su fácil asimilación por la raíz y favorecedores de la síntesis de ácido Indol butírico (AIB), hormona de enraizamiento. Con Arte Raíz se llega a obtener un sistema radicular desarrollado asegurando la perfecta asimilación por la planta de todos los nutrientes y la rápida recuperación del sistema radicular afectado por problemas fitosanitarios o fisiológicos (ARTE AGRO, 2014).

a. Composición química

Nitrógeno = 30.00 %.

Aminoácidos = 45.00 %.

Materia orgánica = 10.00 %.

L- Cisteína = 0.003 %.

Ácido fólico = 0.001 %.

Ácido indo butírico = 0.002 %.

2.6. Antecedentes

En Colombia, ÁLVAREZ *et al.* (2013), reportaron que la propagación de material de siembra de plátano variedad “Dominico hartón” (Musa AAB), dónde se concluyó que los mejores rendimientos se han obtenido aplicando la Técnica de Reproducción Acelerada de Semilla TRAS a cormos entre 1.0 y 2.0 kg y empleando aserrín de madera (previamente esterilizado) como sustrato de

siembra dentro de la cámara térmica; estudios comparativos han demostrado que la producción al interior de la cámara térmica puede ser hasta de 90 brotes m² por mes, en comparación con los 35 brotes m² por mes, cuando se multiplica la misma semilla en condiciones ambientales externas.

En Cuzco, CUTIRE y BAUTISTA (2014), en la investigación sobre el efecto del ácido indol butírico en la propagación de plátano variedad Bellaco (*M. balbisiana* Colla), concluyeron que el tratamiento que presentó una mayor altura de plántula fue utilizando la dosis de 3.75 mL/L de ácido indol butírico (AIB), con una longitud promedio de 31 cm, produciendo además el mayor número de hojas por plántula; se obtuvo un mayor peso en fresco y seco de raicillas por plántula aplicando la dosis 2.5 mL/L de AIB con un promedio de 10.4 g y 5.44 g, en forma correspondiente. En suma la dosis de Ácido Indol Butírico utilizando una dosis de 3.75 mL/L estimula el crecimiento de la parte aérea y en la dosis 2.5 mL/L presenta los mejores resultados en el enraizamiento, lo que se recomienda su aplicación dentro de estos rangos de concentración, favoreciendo la propagación vegetativa de plátano.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Caserío San Juan de Monterey, distrito Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco, que se llega a caracterizar por tener un clima templado y cuyas coordenadas UTM son:

Longitud Este	:	197596 m
Latitud Norte	:	8945175 m
Altitud	:	808 msnm
Temperatura media	:	25°C
Humedad relativa	:	75%
Precipitación promedio anual	:	3600 mm

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material vegetativo

- Rizomas de plátano (*Musa paradisiaca* L.), variedad Bellaco.

3.2.2. Materiales

- Tres postes de 8.0 m x 4.0 pulgadas de diámetro.
- Tres postes de 2.3 m x 4.0 pulgadas de diámetro.
- Ocho postes de 1.1 m x 3.0 a 4.0 pulgadas de diámetro.

- Un bambú de 8.0 m (Dos piezas = Soporte lateral).
- Un bambú de 8.0 m (Cuatro piezas = Soporte de techo).
- Tres bambú de 6.0 m (Doce piezas= Soporte de techo).
- Una manta plástica de 6.0 m x 8.2 m x 8.0 como cobertura de cámara térmica.
- Azadón y machete para limpiar el terreno; sustrato (Aserrín de madera blanca); wincha de 5.0 m en la evaluación de variables cuantitativas; vernier digital para la evaluación del diámetro del tallo; alambre, alicate, martillo, clavos, rafia, wincha de 30 m para la demarcación de la parcela experimental; letreros y carteles en la identificación de los tratamientos en estudio.

3.2.3. Equipos

- Balanza digital para el peso de los cormos e hijuelos.
- GPS para ubicar las coordenadas geográficas.
- Cámara fotográfica empleada en la captura de imágenes.

3.3. Componentes en estudio

3.3.1. Enraizantes

- Enraizante 1 (Root Hor).
- Enraizante 2 (Stimulate).

- Enraizante 3 (Arte raíz).

3.3.2. Material vegetativo

- Cormos de plátano variedad Bellaco.

3.4. Tratamientos en estudio

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Dosis	Número de plantas evaluadas
Clave	Nombre del tratamiento	(mL/200L agua)	
T ₀	Testigo	Sin dosis	100
T ₁	Enraizante 1(Root Hor).	250 mL/200 L	100
T ₂	Enraizante 2 (Stimulate)	250 mL/200 L	100
T ₃	Enraizante 3 (Arte raíz)	250 mL/200 L	100

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Diseño estadístico

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, diez repeticiones por tratamiento (Cuadro 1). Las características de evaluados se sometieron a la prueba del análisis de variancia (F. tab.= 0.05 y 0.01) y la comparación de medias a la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) (CALZADA, 1982).

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

i = 1, 2, ..., 3 Tratamientos.

j = 1, 2, ..., 10 Repeticiones.

Cuadro 2. Modelo del análisis de variancia.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error experimental	36
Total	39

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Características del campo experimental

3.6.1. Características de las camas

Largo	8.00 m.
Ancho	1.30 m.
Área	10.40 m ² .

3.6.2. Característica de los tratamientos

Número de cormos por tratamiento	100
Número de plantas evaluar por tratamiento	100
Número de plantas evaluar por repetición	10
Total de cormos	400
Número total de plantas para evaluar	400

3.7. Ejecución del experimento

3.7.1. Selección de cormos

- Los cormos madre provinieron de plantas altamente productivas de la variedad deseada, de buena sanidad y con racimos de un peso de 35 a 40 kg. Los cormos se obtuvieron del centro poblado Anda – Aucayacu.

- Los cormos madre tenían un peso de 5.0 a 7.0 kg en promedio para cada tratamiento. Se agarró la cepa de la parte de abajo, se peló para sacar todo lo sucio hasta quedar limpio y blanco.

3.7.2. Acondicionamiento de los cormos madre

- Una vez extraídos los cormos madre, se procedió a eliminar la parte aérea, dejando solo el corno que fue utilizado; se peló el corno madre quitando las raíces.

- Se eliminó el punto de crecimiento haciendo un corte en cono de 4 cm de profundidad y al final se hizo un corte en cruz de 2 cm de profundidad.

- Ya bien limpia se sumergió en agua, con cloro y el bioestimulante. Se utilizó una bandeja a base de plástico y madera de 200 litros, se agregó 300 mL de cloro; el cual sirvió para desinfectar.

- Se construyó la cámara térmica de 8 x 1.3 m forrada con plástico térmico transparente, donde se colocó los cormos en las camas construidas a base de madera. Estas camas contenían aserrín fino para favorecer la retención de la humedad con capacidad para más de 100 cormos.

3.7.3. Aplicación de los enraizantes en los cormos

- Una vez realizada la desinfección de los cormos, se sumergió 100 cormos por tratamiento o enraizante en una bandeja a base de plástico y madera, dónde se aplicó 250 mL de enraizante líquido en 200 L de agua (Cuadro 1).

- Los cormos fueron sumergidos por el período de media hora en la solución del enraizante y luego removidos a la cámara térmica.

3.7.4. Instalación de los cormos madre en la cámara térmica

- En cada base de las camas se agregó 25 kg de roca fosfórica y se le espolvoreó uniformemente.

- Sobre la capa de roca fosfórica se colocó aserrín fresco hasta completar 30 cm de espesor.

- Se instaló los hijuelos separados unos 20 cm entre ellos, de tal forma que en 1 m² ingresaron 15 cormos madre.

- Los cormos se cubrieron con una capa de 3 a 4 cm de aserrín.

3.7.5. Manejo del riego

- Se regó hasta humedecer toda la capa de aserrín en el primer riego con una regadera metálica de 10 L; el brotamiento de los hijuelos hijos se inició a los quince días de la instalación; en los riegos posteriores el aserrín se mantuvo húmedo; el riego se realizó diariamente todas las mañanas o tardes.

- La humedad relativa que se manejó fue de 54 a 63 % (Cuadro 3); por ello al mantener la humedad constante y sin descuidos permitió tener un brotamiento uniforme de los hijuelos hijos, y sí hubiese sido lo contrario el brotamiento se hubiese retrasado y con mayor desuniformidad.

3.7.6. Manejo de la temperatura

- La temperatura máxima, que se manejó fue entre 28 a 60 °C como se muestra en el Cuadro 3. Para evitar sobrepasar los 60 °C se abrió la puerta principal y la auxiliar para favorecer la circulación de aire. Se tuvo cuidado en el manejo de las puertas que es a partir del brotamiento. Iniciado el brotamiento a los 15 dds, la temperatura apropiada fue de 37 a 45 °C.

3.7.7. Manejo de los hijuelos

- Iniciado el brotamiento a los 12 días después de la siembra se desplegó la hoja verdadera; cuando los hijuelos llegaron a tener 3 a 4 hojas verdaderas estuvieron listos para ser trasplantados en campo definitivo.

3.8. Observaciones a registrar

3.8.1. Número de hijuelos brotados

- Se contó el número de hijuelos que brotaron por cada cormo de plátano variedad Bellaco, se contaron el número de hijuelos de diez cormos y se tomó como parte del análisis estadístico, la evaluación se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds).

3.8.2. Número de hijuelos cosechados

- Se contó el número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds que; se escogieron diez cormos y se contó el número de hijuelos cosechados.

3.8.3. Altura y diámetro de hijuelo brotados

- Se midió desde la base hasta la parte apical del hijuelo principal, esto se realizó a los 15, 30, 45 y 60 dds; para ello se tomó diez hijuelos por tratamiento; se midió con una cinta métrica. Se midió desde la base hasta la parte apical del hijuelo principal que fue cosechado; esto se realizó a los 60, 90 y 120 dds; se tomó diez hijuelos por tratamiento y se midió con una cinta métrica.

3.8.4. Peso de los hijuelos

- Se pesaron diez hijuelos por tratamiento que brotaron del cormo o la semilla madre en una balanza, esta evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra (dds) aproximada, la unidad de peso fue en kilogramos.

3.8.5. Longitud de raíces

- Se evaluó a los 60 dds para ello se usó cinta métrica, midiendo desde la inserción con el tallo principal hasta la parte terminal de las raíces; para ello se tomó diez cormos limpios por tratamiento.

3.8.6. Registro de la temperatura y humedad de la cámara térmica

En el Cuadro 3, se muestra la evaluación de la temperatura y de la humedad relativa de la cámara térmica evaluada a los 15, 30, 45 y 60 dds, usando un termómetro e higrómetro manual, para el ambiente; y en la cámara se utilizaron el termómetro e higrómetro electrónicos; se realizó un minucioso control de la temperatura de la cámara térmica y así no perjudicar u ocasionar

daños a los nuevos hijuelos brotados, ya que a partir de los 15 días después del brotamiento, la temperatura óptima en la cámara térmica fue de 37 a 45 °C.

Cuadro 3. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Días	Temperatura de la cámara térmica (°C)			Humedad de la cámara térmica (%)		
15	40.7	59.1	28.7	54.0	58.0	56.0
30	36.4	50.3	27.2	55.0	62.0	54.0
45	32.6	40.4	35.7	59.0	63.0	69.0
60	33.4	42.3	30.7	56.0	59.0	62.0

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de hijuelos de plátano de la variedad Bellaco brotados y cosechados bajo condiciones de cámara térmica

En el Cuadro 4, se muestra la prueba del análisis de variancia del número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds), observándose que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio en las cuatro evaluaciones; el coeficiente de variabilidad de los hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) fue de 17.07, 13.03, 13.00 y 12.21 % respectivamente, indicando buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio en todas las evaluaciones.

En el Cuadro 5, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 dds en la cámara térmica, donde, que el tratamiento T_1 (Root Hor) obtuvo estadísticamente mayor número de hijuelos brotados en comparación que los demás tratamientos, el tratamiento T_0 (Testigo) obtuvo estadísticamente el menor número de hijuelos brotados en todas las evaluaciones realizadas. En la Figura 1, se muestra las ecuaciones lineales y el coeficiente de determinación del número de hijuelos brotados por tratamiento y número de días de evaluación, el coeficiente de determinación fue mayor a 0.80 y cercano a 1.0, llegando a indicar una excelente relación entre las dos variables, afirmando que se obtenía mayor número de hijuelos según pasaba los días de los cormos en la cámara térmica, debido al rompimiento de la dominancia apical en los cormos.

Cuadro 4. Análisis de variancia del número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra en promedio de 20 cormos.

Fuente de variación	GL	A los 15 dds		A los 30 dds		A los 45 dds		A los 60 dds	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	15.66	AS	16.59	AS	2419.25	AS	20.98	AS
Error experimental	16	0.65		0.48		24.45		0.59	
Total	19								
C.V (%)		17.07 %		13.03 %		13.00 %		12.21 %	

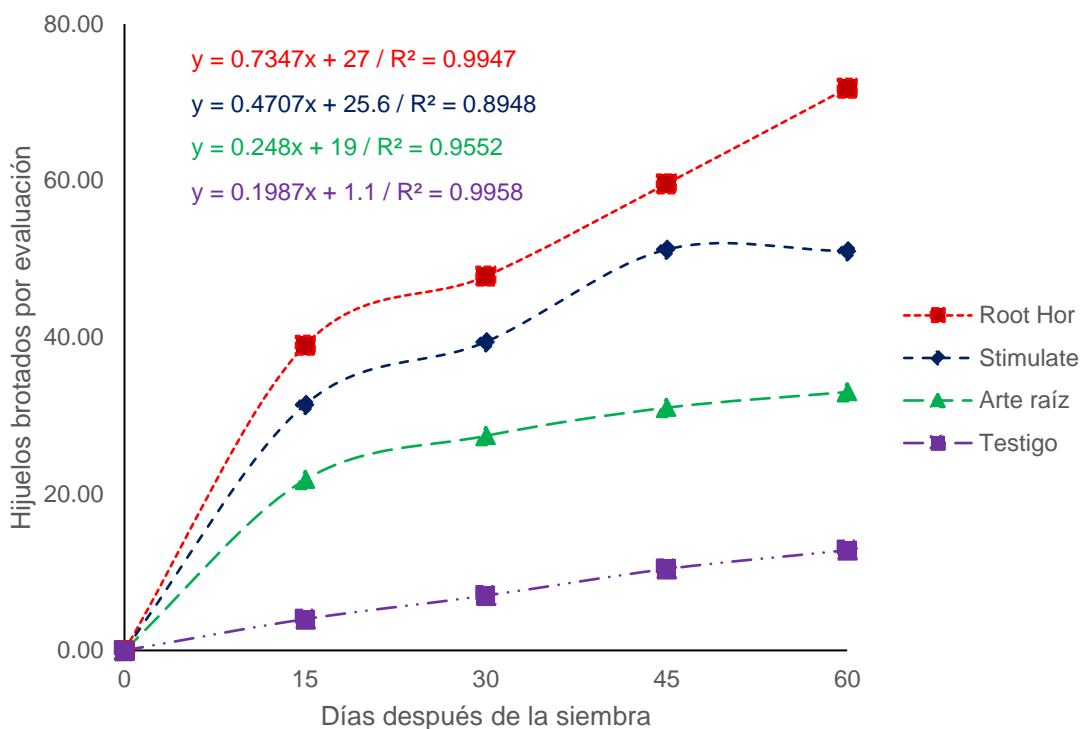
AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 5. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en promedio de 20 cormos.

Tratamientos		A los 15 dds		A los 30 dds		A los 45 dds		A los 60 dds	
Clave	Enraizadores	N°	Sig.	N°	Sig.	N°	Sig.	N°	Sig.
T ₁	Root Hor	39.00	a	47.80	a	59.60	a	71.80	a
T ₂	Stimulate	31.40	a b	39.40	a b	51.20	b	51.00	b
T ₃	Arte raíz	21.80	b	27.40	c	31.00	c	33.00	c
T ₀	Testigo	4.00	c	7.00	d	10.40	d	12.80	d

Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.



T₁: Root Hor. T₂: Stimulate. T₃: Arte raíz. T₀: Testigo.

Figura 1. Regresión lineal del número de hijuelos brotados de los tratamientos por cada evaluación.

En el Cuadro 6, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, observándose que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio en todas las evaluaciones realizadas, es decir que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; el coeficiente de variabilidad para la característica número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra fue 14.28, 11.61 y 16.28 % respectivamente, indicando una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

En el Cuadro 7, se muestra la prueba de medias Duncan ($\alpha=0.05$) de la característica número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds (Días después de la siembra), observándose que en las tres cosechas el tratamiento T_1 (Root Hor) estadísticamente obtuvo mayor número de hijuelos que los demás tratamientos en estudio, el tratamiento T_2 (Stimulate) estadísticamente obtuvo mayor número de hijuelos cosechados que los tratamientos T_3 (Arte raíz) y T_0 (Testigo), el tratamiento T_3 estadísticamente obtuvo mayor número de hijuelos cosechados que el tratamiento T_0 ; el mayor número de hijuelos cosechados fue a los 90 días después de la siembra. En la Figura 2 se muestra la regresión lineal entre el número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds, observándose que no existe una relación entre el número de hijuelos cosechados por cosecha (días después de la siembra) en cada tratamiento con excepción del testigo (T_0).

El testigo (T_0) muestra una relación inversamente proporcional muy buena entre el número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds, es decir que a los 60 dds se cosechó mayor número de hijuelos que a los 90 y 120 dds y así sucesivamente. En la Figura 3, se muestra el número total de hijuelos brotados y cosechados; observándose que a los 60 dds se contabilizó 171, 1091, 865 y 566 de hijuelos brotados de los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_3 respectivamente; a los 120 dds se cosechó 180, 1220, 875 y 542 hijuelos de los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_3 respectivamente; aritméticamente después de 60 dds brotaron nuevos hijuelos que se cosecharon a los 120 dds de los tratamientos T_0 , T_1 y T_2 , en el tratamiento T_3 se muestra una disminución respecto al número de hijuelos que brotaron; se obtuvo mayor número de hijuelos en el tratamiento T_1 que en los demás tratamientos, y menos número de hijuelos en el testigo.

Cuadro 6. Análisis de variancia del número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds) en promedio de 20 cormos.

Fuente de variación	GL	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	15.10	AS	6964.58	AS	4835.00	AS
Error experimental	16	0.77		41.88		54.88	
Total	19						
C.V (%)		14.28 %		11.61 %		16.28 %	

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds en promedio de 20 cormos.

Tratamientos		Cosecha a los 60 dds		Cosecha a los 90 dds		Cosecha a los 120 dds	
Clave	Enraizadores	N°	Sig.	N°	Sig.	N°	Sig.
T ₁	Root Hor	71.80	a	100.00	a	80.00	a
T ₂	Stimulate	51.00	b	69.00	b	58.00	b
T ₃	Arte raíz	33.00	c	41.00	c	37.00	c
T ₀	Testigo	12.80	d	13.00	d	7.00	d

Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.

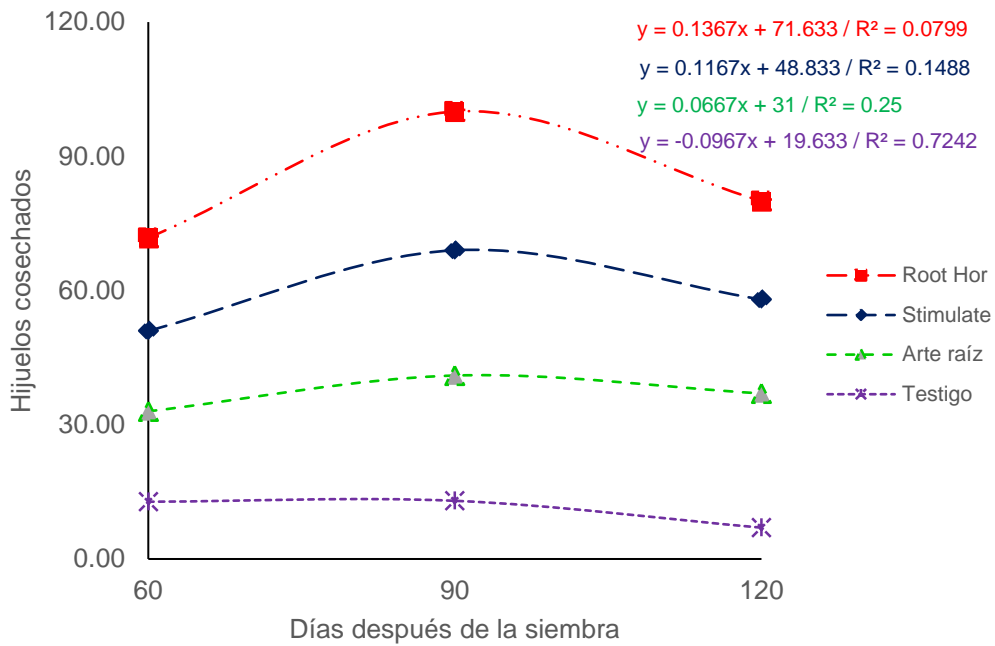
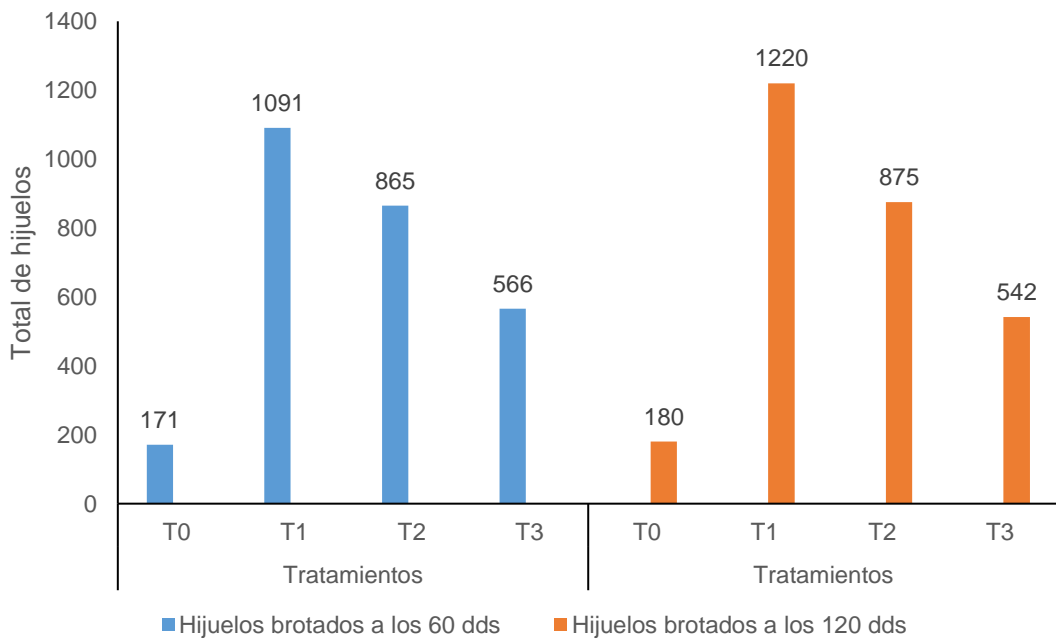


Figura 2. Regresión lineal del número de hijuelos cosechados en tres cosechas de los tratamientos en estudio.



T1: Root Hor.; T2: Stimulate.; T3: Arte raíz.; T0: Testigo.

Figura 3. Número total de hijuelos brotados contados e hijuelos cosechados.

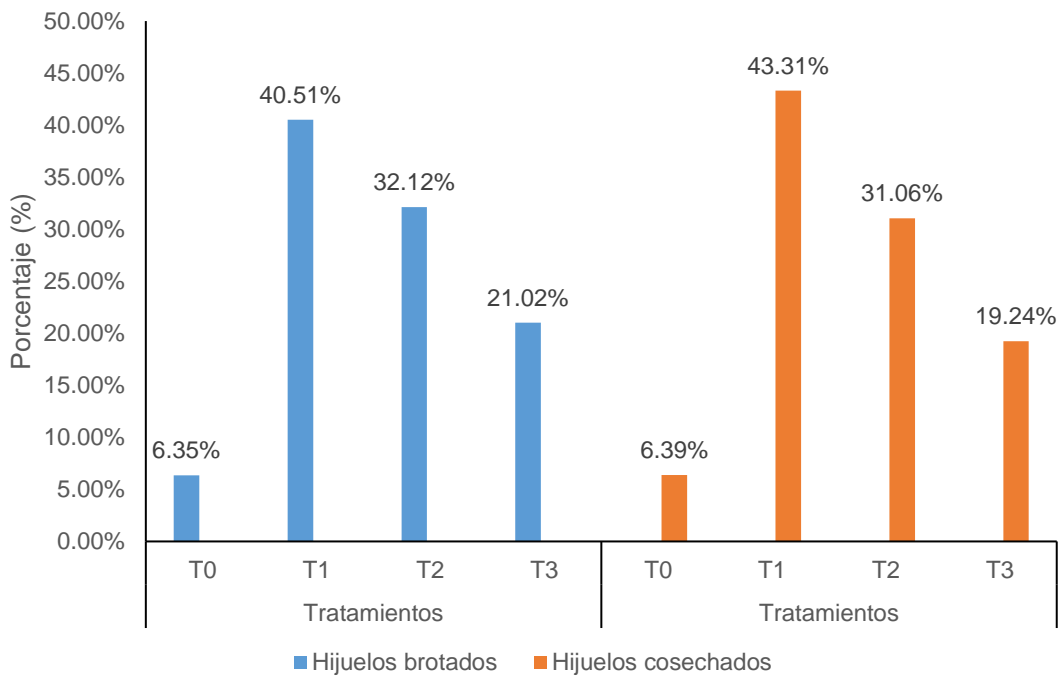
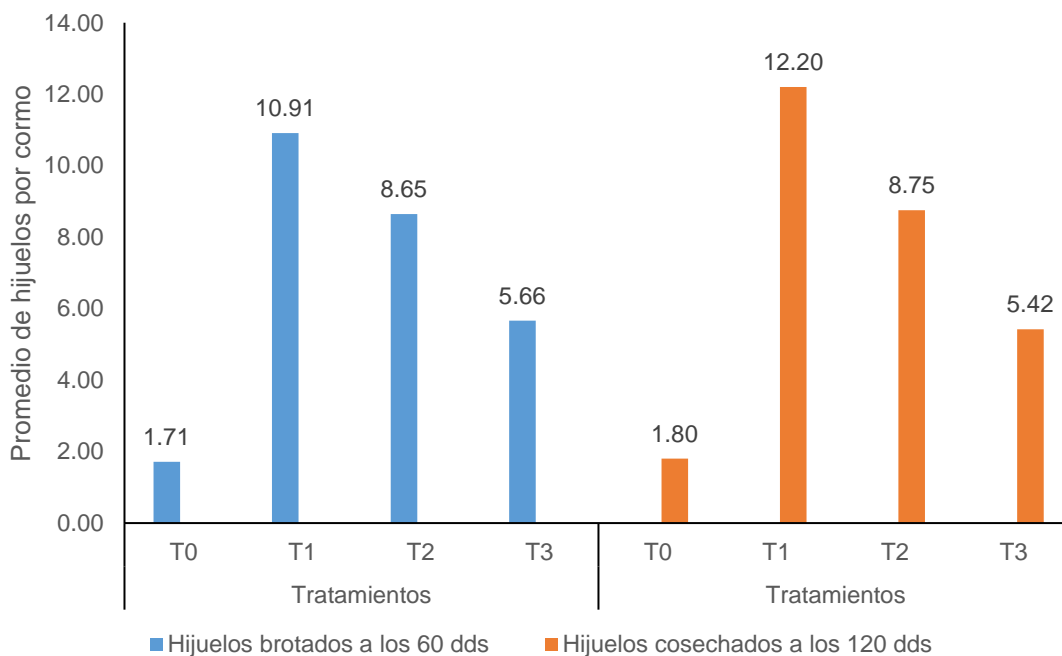


Figura 4. Porcentaje de hijuelos brotados y cosechados por tratamiento.



T₁: Root Hor.; T₂: Stimulate.; T₃: Arte raíz.; T₀: Testigo.

Figura 5. Promedio de hijuelos por cormo por tratamiento.

El enraizante Root Hor (T₁) significativamente obtuvo mayor número de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) y el mayor número de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds en comparación a los demás tratamientos; por otro lado el segundo enraizante con mayor número de hijuelos brotados y cosechados significativamente fue Stimulate (T₂) que el enraizante Arte raíz (T₃) y testigo, y Arte raíz significativamente mayor al testigo; según GRUPO ANDINA (2014), el Root Hor es un producto que penetra en los tejidos celulares y ocasiona una concentración de auxinas, alfa naftalenacético (ANA) y ácido indol butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular; con concentración de 0.30 % de ANA y 0.40 % de AIB, cuyas concentraciones son aritméticamente más alta que las concentraciones de los demás enraizantes.

STOLLER (2014) afirma que el Stimulate (T₂) está formulado con una concentración equilibrada de hormonas de crecimiento (citoquinina, auxina y giberelina), llegando a lograr reestablecer el adecuado balance hormonal, con una concentración de AIB de 0.005 %, de igual al enraizante Arte raíz que lleva una concentración de 0.002 % de AIB (ARTE AGRO, 2014); el AIB regulador de crecimiento vegetal de la familia de las auxinas, elemento común en todos los enraizantes en estudio, la diferencia significativa entre los enraizantes para las características evaluadas fue producto de la concentración de AIB presente en la composición de cada enraizante en estudio; Maluenda y Reyes (2003), citado por CANCHIGNIA *et al.* (2008), indican que las auxinas influyen en el crecimiento de los órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución.

Es también muy importante resaltar que el número de hijuelos que brotaron y se cosecharon fue significativamente mayor en los tratamientos dónde se aplicó los enraizantes en comparación al testigo (Cuadros 5 y 7), también se obtuvo hijuelos con mayor altura, diámetro y peso (Cuadros 9, 13 y 15) debido a la aplicación de auxinas y otros elementos presentes en los enraizantes, como reporta CUTIRE y BAUTISTA (2014), que en la propagación de plátano el efecto de las auxinas aplicadas si afectan positivamente al desarrollo de las plántulas de plátano por efecto incrementado de la dosis del AIB aplicado a los cormos de plátano, por otro lado BIDWELL (1993), afirma que en la mayoría de los procesos en que están implicadas las citoquininas que ésta a su vez participa junto con otras hormonas, especialmente auxinas.

Se dispuso 100 cormos por tratamiento en la evaluación, los cormos sin enraizante (Testigo) en promedio brotaron 1 a 2 hijuelos, mientras los cormos que fueron tratados con enraizantes los hijuelos brotaron en un promedio de 5 a 10 por corno de la variedad Bellaco (Figura 5), para FHIA (2009) el potencial productivo de yemas vegetativas de las musáceas es alto, se llega a aprovechar un máximo de 5 a 10 yemas por planta; el número de hijuelos en los cormos enraizados es significativamente mayor a los hijuelos de los cormos sin enraizar (T_0), según Fe-Futureco (2004), citado por ALBAN (2014), los enraizantes actúan aumentando las expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, como el desarrollo de diferentes órganos de la planta (raíces, frutos, etc.); la aplicación de enraizantes fue inducir la formación de hijuelos en mayor proporción, FHIA (2009), afirma que los bioestimulantes cuando hay rompimiento de la dominancia apical, llega a lograr producir en promedio 5 a 10 cormos.

El tiempo de producción de hijuelos fue de 60 días bajo condiciones de cámara térmica coincidiendo con CUTIRE y BAUTISTA (2014), reportan que el tiempo de producción de los hijuelos para fines de la presente investigación fue de 62 días incluyendo los días de cosecha de cormos en el campo, MARTÍNEZ *et al.* (2002), afirman que el tiempo requerido con el método de propagación por división de cormos es de 40 a 45 días para la siembra en campo; sin embargo la cosecha de hijuelos listos para el campo se pudo realizar hasta los 120 dds (Cuadro 7) bajo condiciones de cámara térmica; la temperatura en la cámara térmica de 27.2 a 59.1°C y con una humedad de 54 a 69 % (Cuadro 3), ÁLVAREZ *et al.* (2013), recomiendan que en la cámara térmica se someten los cormos y yemas inducidas que comprende la termoterapia (con temperaturas entre 50 y 70 °C), con humedad relativa entre 30 y 100 %.

Cabe mencionar que cada hijuelo madre produjo de 5 a 10 hijuelos promedio bajo condiciones de cámara térmica y con enraizante, no coincidiendo con GUTIÉREZ *et al.* (2013), manifiestan que cada hijuelo madre producirá de 30 a 40 hijuelos hijos; por otra lado los hijuelos brotados a los 15 dds tenían una altura promedio de 4.63 a 11.47 cm (Cuadro 9), ÁLVAREZ *et al.* (2013), afirman que la brotación de yemas de un cormo en cámara térmica es a los 18 días; la posible diferencia aritmética de días con nuestros resultados es que se deba a la aplicación de enraizantes por efecto significativo de la AIB; WEAVER (1990), afirma que el AIB tiene la capacidad de incrementar el índice de prolongación de los coleóptilos y tallos, influyendo en otros procesos morfológicos y/o fisiológicos; razón fundamentalmente por el cual brotó el mayor número de hijuelos en los cormos tratados con enraizantes bajo condiciones de cámara térmica.

Aunque el ácido indol butírico (AIB) sea el elemento común en los tres enraizantes, y se diferencien en las concentraciones de AIB; el Stimulate (T_2) fue el segundo mejor enraizantes con mayor número de hijuelos brotados y cosechados, entre sus componentes está el AIB y las citoquinas, SALISBURY y ROOS (2000), afirman que la relación auxina/citoquinina es muy importante para controlar la dominancia apical, debido a que concentraciones altas favorecen el desarrollo de yemas y la concentraciones bajas favorecen la dominancia apical; el Stimulate no produjo significativamente hijuelos con mayor longitud de raíz que los hijuelos del testigo (T_0) (Cuadro 17) pero sí mayor número de hijuelos, y básicamente porque en su contenido hay mayor concentración de citoquininas que AIB; BIDWELL (1993), afirma que en la mayoría de los procesos en que están implicadas las citoquininas participan otras hormonas, en especial auxinas.

WEAVER (1990), afirma que el AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas; que con sus pelos absorbentes pueden extraer elementos principales del suelo en campo definitivo; otro posible factor diferencial entre los enraizantes respecto a la producción de hijuelos y altura de hijuelo de plátano es la dosis de AIB. VÁSQUEZ (2009), afirma que el efecto combinado de arena media y las dosis de AIB, influyen sobre el porcentaje de enraizamiento y longitud de la planta y por otra; en nuestra investigación se aplicó la misma dosis (1.25 mL/L) para los tres enraizantes, es posible que se pudo tener mejores características y producción de hijuelos de plátano bajo distintas dosis. El Root Hor se recomienda a 1.25 mL/L para las hortalizas, y llegándose a comprobar, que existió un efecto significativo sobre plátano variedad Bellaco, dosis recomendada porque a otra dosis, es posible que los resultados hubiesen sido distintos.

4.2. Altura de los hijuelos de plátano de la variedad Bellaco brotados y cosechados bajo condiciones de cámara térmica

En el Cuadro 8 se muestra el análisis de variancia de la característica altura de hijuelos brotado a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds), observándose que existen diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos en estudio en las cuatro evaluaciones; a 15 y 30 dds el coeficiente de variabilidad fue 14.29, 11.76, 13.21 y 9.17 % respectivamente, indicando muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio en todas las evaluaciones. En el Cuadro 9, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la característica altura de hijuelos brotado a los 15, 30, 45 y 60 dds, observándose que el tratamiento T₁ (Root Hor) estadísticamente obtuvo hijuelos con mayor altura que los demás tratamientos en estudio a los 30 y 60 días después de la siembra.

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de variancia de la altura de hijuelo cosechado a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds), observándose que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad a los 60, 90 y 120 dds fue 9.83, 10.92 y 10.52 % respectivamente, indicando una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio. En el Cuadro 11, se muestra la prueba de medias Duncan ($\alpha=0.05$) de la altura de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds, observándose que el tratamiento T₁ (Root Hor) estadísticamente obtuvo mayor altura de hijuelo de plátano en las cosechas realizadas que los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 8. Análisis de variancia de la altura promedio de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds).

Fuente de variación	GL	A los 15 dds		A los 30 dds		A los 45 dds		A los 60 dds	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	1.19	AS	1.86	AS	127.67	AS	502.84	AS
Error experimental	16	0.18		0.38		49.35		46.39	
Total	19								
C.V (%)		14.29 %		11.76 %		13.32 %		9.17 %	

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la altura promedio de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds).

A los 15 dds			A los 30 dds			A los 45 dds			A los 60 dds		
Clave	cm	Sig.	Clave	cm	Sig.	Clave	cm	Sig.	Clave	cm	Sig.
T ₁	11.47	a	T ₁	35.57	a	T ₁	59.69	a	T ₁	88.04	a
T ₂	9.26	a b	T ₂	26.45	b	T ₀	52.10	a	T ₂	74.52	b
T ₃	7.57	b	T ₃	25.21	b	T ₂	51.57	a	T ₀	69.90	b c
T ₀	4.63	c	T ₀	20.00	b	T ₃	47.59	b	T ₃	64.63	c

Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.

Leyenda:

T₀ : Testigo.

T₁ : Root Hor.

T₂ : Stimulate.

T₃ : Arte raíz

Cuadro 10. Análisis de variancia de la altura promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Fuente de variación	GL	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	1105.51	AS	968.79	AS	1022.07	AS
Error experimental	36	63.59		55.14		48.18	
Total	39						
C.V (%)		9.83 %		10.92 %		10.52 %	

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

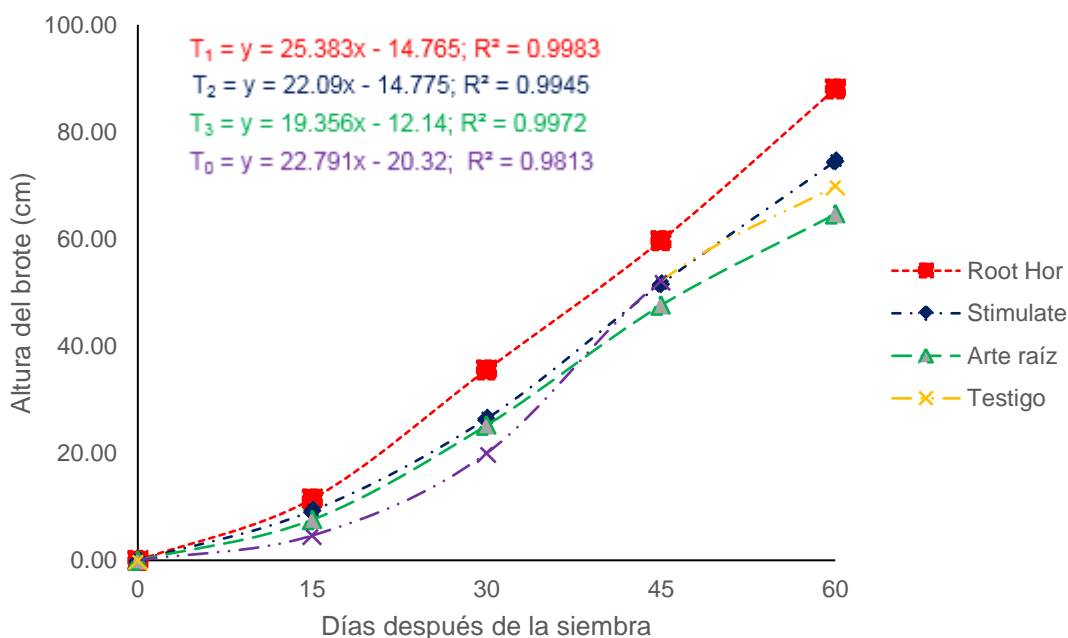
C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la altura promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Tratamientos		Cosecha a los 60 dds		Cosecha a los 90 dds		Cosecha a los 120 dds	
Clave	Enraizadores	cm	Sig.	cm	Sig.	cm	Sig.
T ₁	Root Hor	88.04	a	81.30	a	79.72	a
T ₂	Stimulate	74.52	b	69.20	b	67.21	b
T ₃	Arte raíz	64.63	b c	62.74	b c	59.83	c
T ₀	Testigo	69.90	c	58.80	c	57.12	c

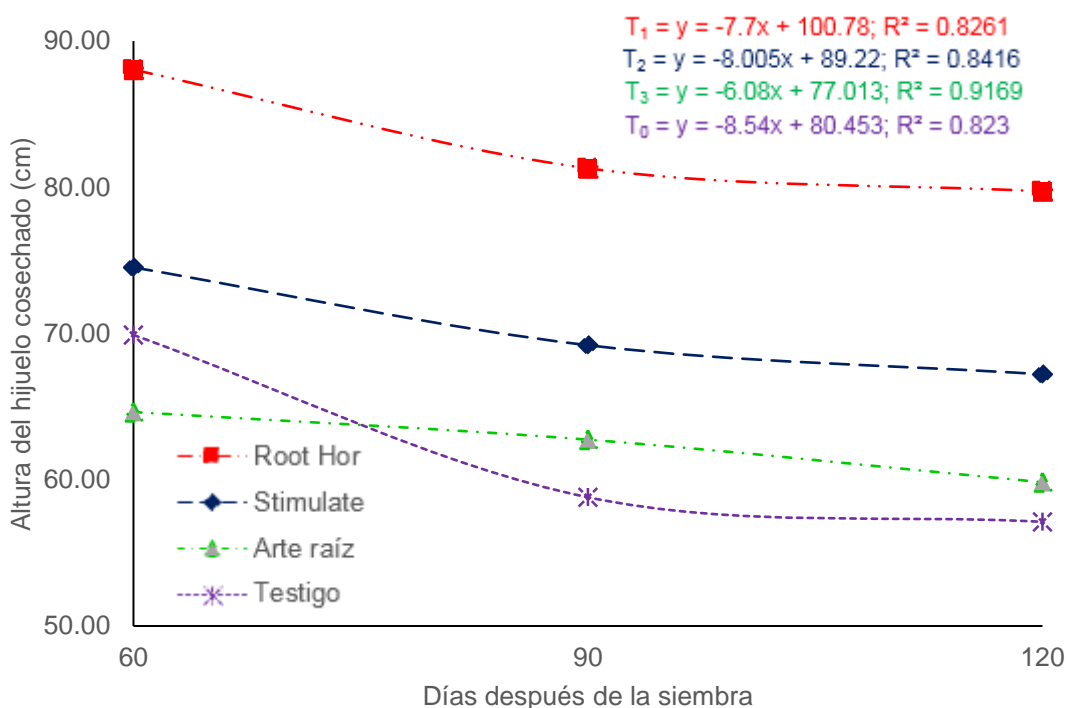
Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.

En la Figura 6, se muestra la altura de hijuelo por tratamiento a los 15, 30, 45 y 60 dds, y como la altura del hijuelo va de forma ascendente por cada tratamiento; y eso se representa en una relación directamente proporcional entre el número de días con la altura de hijuelo, es decir a mayor número de días (dds) fue mayor la altura del hijuelo, siendo el R^2 que determina una relación excelente entre las dos variables para todos los tratamientos (Figura 6). En la Figura 7, se muestra la altura de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds, y como la altura va de forma decreciente; el R^2 de los tratamientos en estudio determina una relación inversamente proporcional muy buena entre el número de cosechas con la altura del hijuelo cosechado, es decir que mayor número de cosechas la altura del hijuelo irá disminuyendo (Figura 17).



T₁: Root Hor. T₂: Stimulate. T₃: Arte raíz. T₀: Testigo.

Figura 6. Regresión lineal de la altura de hijuelos brotados a los 15, 30, 45 y 60 dds de los tratamientos en estudio.



T₁: Root Hor. T₂: Stimulate. T₃: Arte raíz. T₀: Testigo.

Figura 7. Regresión lineal de la altura de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.

A los 60 dds los tratamientos T₁ (Root Hor), T₂ (Stimulate), T₃ (Arte raíz) y testigo obtuvieron hijuelos brotados con una altura promedio de 88.04, 74.52, 64.63 y 69.90 cm en altura respectivamente en promedio; el tratamiento T₁ significativamente obtuvo hijuelos brotados con mayor altura que los demás tratamientos, el tratamiento T₂ estadísticamente obtuvo hijuelos con mayor altura que el tratamiento T₃, sin embargo el testigo fue significativamente igual en altura al tratamiento T₃ (Cuadro 9), cabe mencionar que a los 60 dds los hijuelos que brotaron estuvieron listos para campo definitivo. Después de los 60 dds se realizó la primera cosecha los hijuelos de plátano variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica, los tratamientos T₁, T₂, T₀ y T₃ obtuvieron una altura 95.12,

83.22, 74.20 y 71.99 cm respectivamente, el tratamiento T₁ estadísticamente fue mayor a los demás tratamientos respecto a la altura de hijuelo, el tratamiento T₂ estadísticamente obtuvo hijuelos con mayor altura a los tratamientos T₀ (Testigo) y T₃; cabe mencionar que el tratamiento T₃ y testigo estadísticamente cosecharon hijuelos con una altura igual a los 90 y 120 dds, el tratamiento T₁ fue el mejor enraizante y estadísticamente obtuvo hijuelos con mayor altura a los 90 y 120 dds que los demás tratamientos (Cuadro 11).

Sin embargo un caso particular fue aquellos hijuelos que brotaron después de los primeros hijuelos brotados de los cormos de plátano variedad Bellaco que obtuvieron una altura menor a aquellas que se cosecharon a los 60 días después y aquellos hijuelos que se cosecharon a los 120 dds obtuvieron una altura inferior a los hijuelos cosechados a los 90 dds (Cuadro 11), los primeros hijuelos brotados son más beneficiados de la concentración de los elementos nutritivos del cormo y enraizantes que aquellos hijuelos brotados posteriormente, respecto a la altura de hijuelo, hijuelos listos para campo definitivo. La altura del hijuelo a los 60 dds varió de 64.6 a 88.04 cm (Cuadro 11) no coincidiendo con CUTIRE y BAUTISTA (2014), quienes reportaron que los hijuelos de plátano de la variedad Bellaco por aplicación de Root Hor obtuvieron una altura de 31.0 cm bajo una dosis de 3.75 mL/L bajo condiciones de vivero; en nuestra investigación se aplicó tres enraizantes bajo una dosis de 1.25 mL/L (Cuadro 1), con una dosis inferior se obtuvo hijuelos con mayor altura, la diferencia podría radicar que existe un efecto significativo de producir hijuelos bajo condiciones de cámara térmica, más la aplicación de enraizantes que ayuda a obtener hijuelos con mayor altura que aquellos hijuelos que crecen bajo condiciones de vivero.

4.3. Diámetro de hijuelos cosechados de plátano de la variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de variancia (ANVA) de la característica diámetro del hijuelo de plátano variedad Bellaco bajo condiciones de cámara térmica cosechado a los 60, 90 y 120 después de la siembra (dds), observándose que existen diferencias altamente significativa de los tratamientos en estudio en las tres cosechas; el coeficiente de variabilidad es 14.34, 15.83 y 18.44 % respectivamente, indicando muy buena y buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio. En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la característica diámetro de hijuelo cosechado a los 60, 90 y 120 dds, observándose que el tratamiento T₁ (Root Hor) estadísticamente obtuvo hijuelos con mayor diámetro que lo demás hijuelos de los tratamientos en estudio a los 60, 90 y 120 dds, mientras el tratamiento T₂ (Stimulate) estadísticamente obtuvo hijuelos de plátano con mayor diámetro que los tratamientos T₃ (Arte raíz) y T₀ (Testigo) a los 90 y 120 dds, y con diámetro de hijuelo al testigo a los 60 dds; el tratamiento T₃ significativamente obtuvo un diámetro de hijuelo menor a los demás tratamientos a los 60 dds, y con hijuelos de diámetro igual al testigo a los 90 y 120 dds; a los 60 dds el diámetro del hijuelo fluctúa entre 5.07 a 7.70 cm, a los 90 dds el diámetro fluctúa de 4.24 a 6.64 cm, y a los 120 dds el diámetro fluctúa de 4.72 a 7.17 cm (Cuadro 13). En la Figura 8, se muestra que no existe una relación entre el diámetro de hijuelo del plátano con el número de cosechas realizadas después de la siembra, no se determina sí el diámetro de hijuelo se ve significativamente afectado por la permanencia en la cámara térmica como el caso de la característica altura de hijuelo.

Cuadro 12. Análisis de variancia del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Fuente de variación	GL	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	11.97	AS	12.10	AS	15.13	AS
Error experimental	36	0.79		0.72		1.14	
Total	39						
C.V (%)		14.34 %		15.83 %		18.44 %	

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Cosecha a los 60 dds			Cosecha a los 90 dds			Cosecha a los 120 dds		
Clave	cm	Sig.	Clave	cm	Sig.	Clave	cm	Sig.
T ₁	7.70	a	T ₁	6.64	a	T ₁	7.17	a
T ₂	6.09	b	T ₂	5.87	b	T ₂	6.46	a
T ₀	6.01	b	T ₃	4.67	c	T ₃	4.77	b
T ₃	5.07	c	T ₀	4.24	c	T ₀	4.72	b

Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.

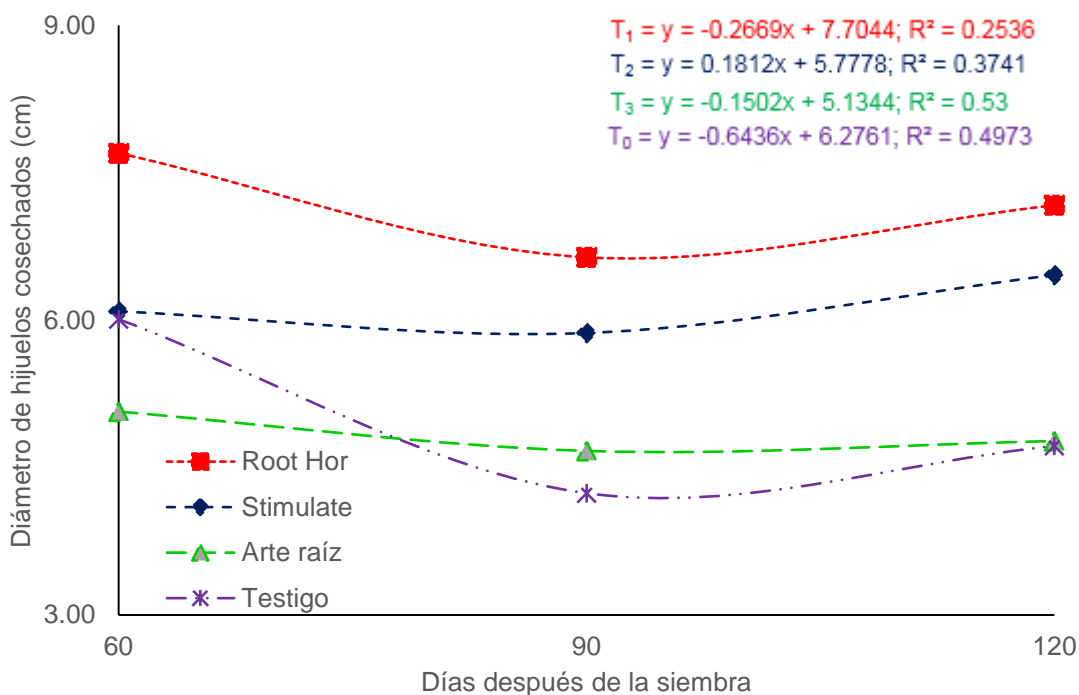
Leyenda:

T₀ : Testigo.

T₁ : Root Hor.

T₂ : Stimulate.

T₃ : Arte raíz



T₁: Root Hor. T₂: Stimulate. T₃: Arte raíz. T₀: Testigo.

Figura 8. Regresión lineal del diámetro promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.

El enraizante o bioestimulante Root Hor (T₁) fue el mejor tratamiento para esta característica diámetro de hijuelo de plátano variedad Bellaco que los demás tratamientos, que el testigo (T₀) y el enraizante Arte raíz (T₃) obtuvieron hijuelos con diámetros iguales (Cuadro 13), el Arte raíz un bioestimulante a base de concentraciones hormonales como la auxinas se comportó significativamente igual al T₀ (Testigo), según Maluenda y Reyes (2003), citado por CANCHIGNIA *et al.* (2008), manifiestan que las auxinas influyen en el crecimiento de órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución; esa igualdad con el testigo se deba a la baja concentración de auxinas como AIB en Arte raíz.

4.4. Peso del hijuelo de plátano de la variedad Bellaco cosechado bajo condiciones de cámara térmica

En el Cuadro 14, se muestra el resumen del análisis de variancia de la característica peso del hijuelo de plátano de la variedad Bellaco cosechado a los 69, 90 y 120 días después de la siembra (dds) bajo condiciones de cámara térmica, observándose que sí existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos; el coeficiente de variabilidad del peso de hijuelo cosechado a los 60, 90 y 120 dds es 9.37, 8.18 y 13.00 % respectivamente, indicando que existe excelente y muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio. En el Cuadro 15 se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la característica peso de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds en promedio, observándose que el tratamiento T_1 (Root Hor) estadísticamente obtuvo hijuelos con un peso mayor al peso de los hijuelos de los demás tratamientos en estudio a los 60, 90 y 120 dds; a los 60 dds los tratamientos T_2 (Stimulate) y T_0 (Testigo) estadísticamente obtuvieron hijuelos con pesos iguales, sin embargo obtuvieron el peso de sus hijuelos fueron estadísticamente mayor al peso de los hijuelos del tratamiento T_3 (Arte raíz); a los 90 y 120 dds los tratamientos T_2 , T_0 y T_3 estadísticamente obtuvieron hijuelos con pesos iguales; a los 60 dds el peso de los hijuelos fluctuó de 1.37 a 1.82 kg en promedio, a los 90 dds el peso de los hijuelos fluctuó entre 1.26 a 1.47 kg en promedio, y a los 120 dds el peso de los hijuelos fluctuó de 1.32 a 1.46 kg en promedio (Figura 14). En la Figura 15, se muestra la regresión lineal R^2 , donde sólo el tratamiento T_1 muestra una buena relación inversamente proporcional entre el peso del hijuelo con el número de veces que se cosechó, menor peso del hijuelo a mayor días de cosecha.

Cuadro 14. Análisis de variancia del peso promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Fuente de variación	GL	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	0.35	AS	0.10	AS	2419.25	AS
Error experimental	36	0.02		0.01		24.45	
Total	39						
C.V (%)		9.37 %		8.18 %		13.00 %	

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del peso promedio de hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Cosecha a los 60 dds			Cosecha a los 90 dds			Cosecha a los 120dds		
Clave	kg	Sig.	Clave	kg	Sig.	Clave	kg	Sig.
T ₁	1.82	a	T ₁	1.47	a	T ₁	1.46	a
T ₀	1.62	b	T ₂	1.29	b	T ₃	1.35	b
T ₂	1.57	b	T ₀	1.26	b	T ₂	1.35	b
T ₃	1.37	c	T ₃	1.26	b	T ₀	1.32	b

Tratamientos unidos por la misma letra en la misma columna, no existe significación estadística.

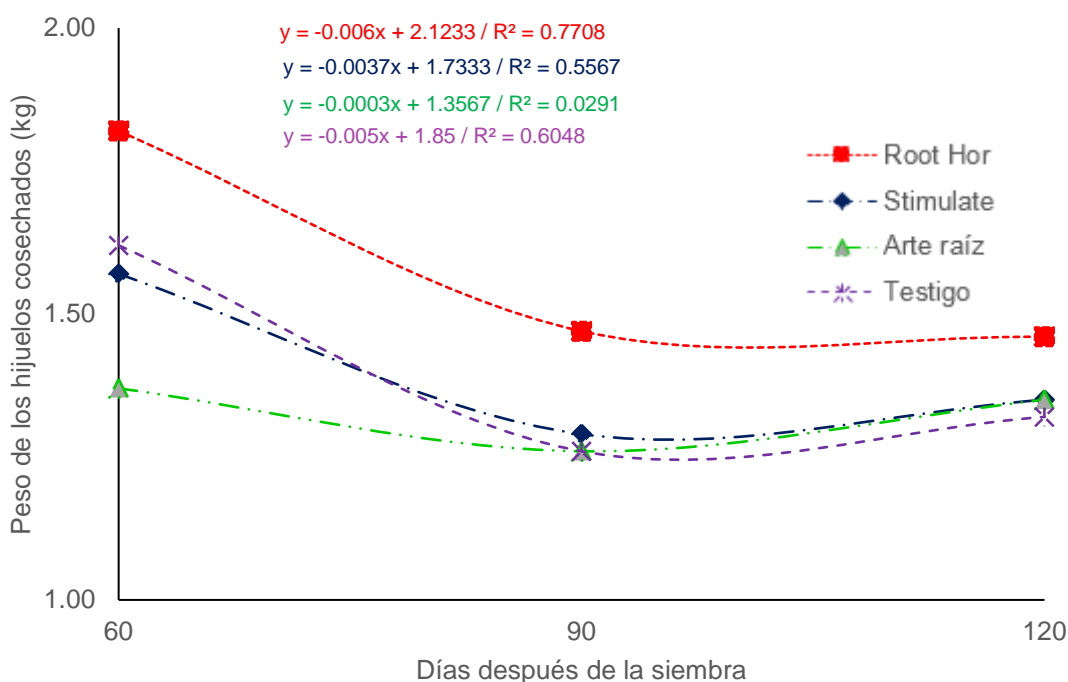
Leyenda:

T₀ : Testigo.

T₂ : Stimulate.

T₁ : Root Hor.

T₃ : Arte Raíz



T₁: Root Hor. T₂: Stimulate. T₃: Arte raíz. T₀: Testigo.

Figura 9. Regresión lineal del peso de los hijuelos cosechados a los 60, 90 y 120 dds de los tratamientos en estudio.

El peso del hijuelo en promedio a los 60 dds de los tratamientos en T₁, T₀, T₂ y T₃ fue 1.82, 1.62, 1.57 y 1.37 kg respectivamente; cabe mencionar que el enraizante Root Hor (T₁) estadísticamente obtuvo hijuelos de plátano con mayor peso que los hijuelos de los demás tratamientos en estudio, tanto a los 90 y 120 dds; la dosis de todos los enraizantes fue 1.25 mL/L de agua, sin embargo el Root Hor fue el enraizante más significativo que los demás enraizante para esta característica; según Díaz (2009), citado por ALBAN (2014), la concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja, los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento; la diferencia entre

los enraizantes puede radicar en las concentraciones o tipos de hormonas como el ácido indol butírico (AIB) o su origen de extracción, cabe mencionar que todos los hijuelos se desarrollaron bajo condiciones de cámara térmica; el peso de los cormos tratados tuvieron un peso que fluctuó 4.78 a 5.18 kg (Cuadro 20, Anexo A, Apéndice 1), peso de corno menor recomendado por MEJÍA *et al.* (2000), afirman que un corno bien desarrollado debe pesar de 6.9 a 11.0 kg según el clon y la edad de la planta, según RODRÍGUEZ y GUERRERO (2002), se debe tener un peso entre 1.8 a 2.3 kg; sin embargo no ha sido un factor impida un el desarrollo de los hijuelos de acuerdo a las características evaluadas, y esto es posible a la aplicación de los enraizantes bajo condiciones de cámara térmica.

4.5. Longitud de la raíz del corno de plátano de la variedad Bellaco a los 60 días después de la siembra

En el Cuadro 16, se muestra el análisis de variancia de longitud de la raíz del corno de plátano a los 60 días después de la siembra (dds), observándose que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio; el coeficiente de variabilidad para esta característica es 19.67 % indicando una buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio. En el Cuadro 17, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la longitud de la raíz del corno de plátano variedad Bellaco a los 60 dds; observándose que el tratamiento T₁ (Root Hor) estadísticamente obtuvo cormos con una longitud de raíz mayor a los demás tratamientos en estudio; la longitud de la raíz de los cormos de plátano de los tratamientos T₂ (Stimulate), T₃ (Arte raíz) y T₀ (Testigo) fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 16. Análisis de variancia de la longitud de la raíz promedio del corno de plátano a los 60 días después de la siembra.

Fuente de variación	GL	Longitud de la raíz del corno		
		SC	CM	Sig.
Tratamientos	3	93.05	31.02	AS
Error experimental	36	327.99	9.11	
Total	39	421.04		
C.V (%)		19.67 %		

AS : Diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de la longitud de la raíz promedio del corno a los 60 días después de la siembra.

Tratamientos		Longitud de la raíz del corno	
Clave	Nombre	cm	Sig.
T ₁	Root Hor	17.51	a
T ₂	Stimulate	15.82	a b
T ₃	Arte raíz	14.69	a b
T ₀	Testigo	13.36	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

La longitud de la raíz de los cormos de plátano variedad Bellaco de los tratamientos T₁ (Root Hor), T₂ (Stimulate), T₃ (Arte raíz) y T₀ (Testigo) fueron 17.51, 15.82, 14.69 y 13.36 cm respectivamente (Cuadro 17); el enraizante Root Hor tuvo hijuelos con raíces más largas que se diferenció significativamente del testigo, los enraizantes Stimulate y Arte raíz tuvieron hijuelos con misma longitud de raíz que los hijuelos del testigo (no se aplicó ni un enraizante); la diferencia en que Root Hor obtuvo raíces más largas que el testigo fue por la concentración alta de ácido indol butírico (AIB), aunque no fue significativamente superior a los demás enraizantes; JADÁN *et al.* (2010), reportan que en el enraizamiento de un banano in vitro, el número de las raíces se incrementó como sí se le hubiera aplicado auxinas al medio; asimismo, BIDWEL (1990), reporta que el número de raíces en las plantas es influenciado por las relaciones hormonales en la planta, más específicamente por las auxinas.

La aplicación de enraizantes a los cormos de plátano fue mejorar sus características biométricas bajo condiciones de cámara térmica; por otro lado Weaver (1996), citado por ALBAN (2014), sostiene que la principal aplicación de los reguladores de crecimiento es la estimulación de la iniciación de las raíces; sin embargo los enraizantes Stimulate y Arte raíz obtuvieron una longitud de raíz significativamente igual al testigo (T₀), aunque el fin fue mejorar la producción de forma significativa, dónde un cormo de plátano enraizado dio significativamente más hijuelos que el testigo, sin embargo los enraizantes Arte raíz y Stimulate que contienen aminoácidos, vitaminas, enzimas, extractos de algas, ácidos húmicos y hormonas como las auxinas, no mejoró la longitud de la raíz del hijuelo.

Según Roca y Mroginski (1991), citados por JADÁN *et al.* (2010), que las auxinas tienen como objetivo inducir la emisión de un sistema radicular; cabe mencionar que las dosis de los enraizantes fue la misma para todos, y es posible que la dosis no fueron las adecuadas para Arte raíz y Stimulate, según CUTIRE y BAUTISTA (2014), en la evaluación del efecto del ácido indol butírico (AIB) en la propagación de plátano variedad Bellaco, reportó que las raíces procedentes del cormo tratado con AIB alcanzan un mayor peso fresco de donde se concluye que esta auxina sintética influye directamente en la producción de raíces cuando se aplica en dosis adecuadas y bajo condiciones óptimas para el desarrollo en vivero; las dosis fueron 1.25 mL/L para todos, PUMA (2010) concluye que AIB como hormona de enraizamiento tiene mejor resultado a dosis de 800 ppm para un rápido proceso de enraizamiento, siendo muy recomendable el uso de esta hormona artificial AIB; lo cual pudo ser un factor limitante de los enraizantes Arte raíz y Stimulate, o el efecto de producir en cámara térmica.

4.6. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra

En el Cuadro 18, se muestra la evaluación de la temperatura y de la humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds), para ello se realizó un minucioso control de la temperatura de la cámara térmica con el fin de no perjudicar u ocasionar daños a los nuevos hijuelos brotados, ya que a partir de los 15 días después del brotamiento, la temperatura óptima en la cámara térmica estuvo entre los 36.4 a 50.3 °C, ya que si sobrepasa ese rango de temperatura ocasiona quemaduras en los hijuelos

brotados de los cormos, por lo que es necesario abrir las dos puertas de plástico, para así regular la temperatura en los días más soleados donde la temperatura ambiente llega hasta los 38 °C.

Cuadro 18. Temperatura y humedad relativa de la cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Días	Temperatura de la cámara térmica (°C)			Humedad de la cámara térmica (%)		
15 22-12-2014	40.7 8:00am	59.1 12:30pm	28.7	54.0 8:00am	58.0 12:30pm	56.0 5:00pm
30 06-01-2015	36.4 8:00am	50.3 12:30pm	27.2	55.0 8:00am	62.0 12:30pm	54.0 5:00pm
45 21-01-2015	32.6 8:00am	40.4 12:30pm	35.7	59.0 8:00am	63.0 12:30pm	69.0 5:00pm
60 05-02-2015	33.4 8:00am	42.3 12:30pm	30.7	56.0 8:00am	59.0 12:30pm	62.0 5:00pm

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

1. Existe un efecto significativo de los enraizantes en la producción de hijuelos en comparación a los hijuelos producidos en cormos sin enraizantes, bajo condiciones de cámara térmica; los cormos enraizados pueden producir entre cinco a diez hijuelos por cormo de plátano de la variedad Bellaco, en comparación a los cormos sin enraizar que produjeron de uno a dos hijuelos por cormo; también los cormos enraizados obtuvieron hijuelos con mayor altura, diámetro y peso.
2. El enraizante Root Hor a dosis de 1.25 mL/L significativamente obtuvo mayor número de hijuelos, altura y diámetro de hijuelo, peso de hijuelo, que los demás enraizantes; también obtuvo hijuelos con mayor longitud de raíz que aquellos hijuelos provenientes de cormos sin enraizar.
3. La ventaja de producir en cámara térmica, fue obtener hijuelos sanos y con vigor, asimismo, la de aislar de plagas y enfermedades comunes. Obtener en menor tiempo, mayor número de hijuelos de buen tamaño y peso.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto de los tres enraizantes utilizados en esta investigación con diferentes dosis, bajo condiciones de cámara térmica, en la producción de hijuelos de plátano variedad Bellaco.
2. Evaluar el efecto de los tres enraizantes utilizados en esta investigación bajo condiciones de cámara térmica y vivero, para ser una comparativa a los dos medios producción de hijuelos.
3. Evaluar la producción de hijuelos en cámara térmica y vivero de una misma variedad o diferentes variedades, sin aplicación de ni un bioestimulante.

VII. RESUMEN

Del mes de diciembre del 2014 al mes de febrero del año 2015, se evaluó el Efecto de tres enraizantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca* L.) bajo condiciones de cámara térmica. En tres meses de investigación, los cormos de plátano bajo el efecto de los enraizantes Root Hor, Stimulate y Arte raíz, a condiciones controladas de temperatura y humedad, que brinda la cámara térmica; concluyendo que existió un efecto significativo de los enraizantes sintéticos sobre los cormos, ya que alcanzó mayor producción de hijuelos en comparación a los hijuelos provenientes de cormos dónde no se aplicó ni un enraizante sintéticos. En tres meses en la cámara térmica, de los cormos enraizados brotaron entre cinco a diez hijuelos por corno de plátano de la variedad Bellaco. El enraizante sintético Root Hor a dosis de 1.25 mL/L, significativamente obtuvo mayor número de hijuelos por corno de plátano y con mejores características biométricas en comparación a los demás enraizantes en estudio. Además, se observó que todos los hijuelos brotados de los cormos de plátano con y sin enraizante, bajo condiciones de cámara térmica, fueron sanos y vigorosos y, se obtuvieron en el menor tiempo posible.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, M.; REYES, G., y ACUÑA, M. 2004. Guía técnica N°1: Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa spp.*). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 20 p.
2. ALBAN, E. 2014. Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, Cantón Quinde de la provincia de Esmeraldas. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Pp. 5 – 10.
3. ÁLVAREZ, E.; CEBALLOS, G.; GAÑÁN, L.; RODRÍGUEZ, D.; GONZÁLEZ, S., y PANTOJA, A. 2013. Producción de material de siembra limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Pp. 7 – 11.
4. BIDWEL, R. 1990. Fisiología Vegetal. Editorial A.G.T. Editor, S.A. México DF: MX. México. Pp. 559-608 y 612-618.
5. BIDWELL, S. 1993. Fisiología vegetal. Acción de las hormonas y reguladores del crecimiento. Ontario, CA. A.G.T editor S. A. México. 598 p.
6. CÁRDENAS, F. 2009. Informe final de consultoría: Estudio de mercado de la cadena de plátano. Ministerio de Agricultura de Perú. Informe N°1. Lima, Perú. Pp. 30 - 31.

7. CANCHIGNIA, H.; ESPINOZA, M.; BENAVIDES, R.; SAUCEDO, S.; CARRANZA, M., y CEVALLOS, O. 2008. Propagación vegetativa de plátano y banano con la aplicación de Benzilaminopurina (6-BAP) y ácido indolacético (AIA). Ciencia y tecnología. 1 (1): 11-15.
8. CUTIRE, G., y BAUTISTA, J. 2014. Efecto del ácido indol butírico en la propagación de plátano var. Bellaco (*Musa balbisiana* Colla) en Echarate, La Convención. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Perú. Pp. 3 - 13.
9. FHIA. 2009. Guía para multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. La Lima, Cortés, Honduras, C.A. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Honduras. 14 p.
10. GUTIÉRREZ, E.; MARROQUÍN, LUIS.; MUÑOZ, CARLOS.; ZARATE, C. 2013. Plan de negocios: Creación de un vivero de reproducción de hijuelos de plátano en el Alto Huallaga (Tingo María, Tocache, Aguaytia): Estrategia, Objetivo y Política de Operaciones. Tesis para optar el grado de Magíster en Administración. Universidad ESAN. Lima, Perú. Pp. 130 – 134.
11. GRUPO ANDINA. 2014. Ficha técnica “Root Hor”. [En línea]: Root Hor (http://www.grupoandina.com.pe/es/media/uploads/ficha_tecnica/rootor-_ficha_tecnica_pdf.pdf, pdf, revisado 10 de diciembre 2014).
12. HERRERA, M; COLONIA, L. 2011. Manejo integrado del cultivo de plátano: Curso taller. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina

Académica de Extensión y Proyección Social – AGROBANCO. Lima, Perú. Pp. 6 – 9.

13. INEI. 2011. Perú: Panorama económico departamental marzo 2011. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Informe técnico N °05. Lima, Perú. Pp. 12 - 13.
14. JADÁN, G.; OÑA, M.; y LORENA, E. 2010. Evaluación del efecto de brasinoesteroides en las etapas de establecimiento, multiplicación y enraizamiento in vitro de banano variedad Williams. Tesis para optar el título Ingeniero en Biotecnología. ESPE-Sangolquí: Ecuador. 18 p.
15. LARDIZÁBAL, R., y GUTIÉRREZ H. 2006. Producción de plátano de alta densidad: Manual de Producción. Programa de Diversificación Económica Rural de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID-RED). Estados Unidos. 35 p.
16. MARTÍNEZ, G.; TREMONT, O., y HERNANDEZ, J. 2002. Manual Técnico para la propagación de Musáceas. CENIAP/INIA, Maracay, UNEFM, Facultad de Agronomía, Coro, INIA/CIAE Yaracuy, San Felipe. Venezuela. 99 p.
17. MARTÍNEZ G.; TREMONT, O., y HERNÁNDEZ J. 2004. Manual técnico para la propagación de Musáceas. Revista Ceniap Hoy N°4. Colombia. 25 p.
18. PALENCIA, G.; GÓMEZ, R., y MARTÍN, J. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Editorial Produmedios. Colombia. 28 p.

19. PUMA, G. 2010. Efecto del ácido indol butírico en el enraizamiento de estacas de ruda bajo condiciones de invernadero e intemperie. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Pp. 34 - 35.
20. RODRÍGUEZ, M. y GUERRERO, M. 2002. Guía técnica: cultivo de plátano. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad, El Salvador. 24 p.
21. SALISBURY, Y., y ROOS, C. 2000. Fisiología de las plantas. Paraninfo S. A. Thomson Editores. Madrid, España. Pp. 758 – 760.
22. SIMMONDS, W. 1973. Los Plátanos. Editorial Blume. España. 539 p.
23. STOLLER. 2014. Ficha técnica STOLLER. Argentina. [En línea]: Stimulate, (<http://www.stoller.cl/fic/STIMULATE.pdf>, revisado 20 de diciembre 2014).
24. WEAVER, J. 1990. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura, Séptima reimpresión. Editorial Trillas, México. México. 150 p.
25. VÁSQUEZ, A. 2009. Propagación vegetativa de caoba mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en cámaras de sub irrigación en Pucallpa – Perú. Tesis para optar título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. Pp. 23 - 25.

IX. ANEXO

Cuadro 19. Temperatura del ambiente y cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Días	Temperatura del ambiente (°C)			Temperatura de la cámara térmica (°C)		
15 22-12-2014	27.4 8:00am	38.4 12:30pm	25.3 5:00pm	40.7 8:00am	59.1 12:30pm	28.7 5:00pm
30 06-01-2015	28.0 8:00am	35.3 12:30pm	24.5 5:00pm	36.4 8:00am	50.3 12:30pm	27.2 5:00pm
45 21-01-2015	23.4 8:00am	37.2 12:30pm	25.5 5:00pm	32.6 8:00am	40.4 12:30pm	35.7 5:00pm
60 05-02-2015	25.4 8:00am	36.4 12:30pm	22.5 5:00pm	33.4 8:00am	42.3 12:30pm	30.7 5:00pm

Cuadro 20. Porcentaje de humedad del ambiente y cámara térmica a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Días	Humedad del ambiente (%)			Humedad de la cámara térmica (%)		
15 22-12-2014	62.0 8:00am	57.0 12:30pm	63.0	54.0 8:00am	58.0 12:30pm	56.0 5:00pm
30 06-01-2015	60.0 8:00am	64.0 12:30pm	58.0	55.0 8:00am	62.0 12:30pm	54.0 5:00pm
45 21-01-2015	57.0 8:00am	49.0 12:30pm	55.0	59.0 8:00am	63.0 12:30pm	69.0 5:00pm
60 05-02-2015	58.0 8:00am	55.0 12:30pm	53.0	56.0 8:00am	59.0 12:30pm	62.0 5:00pm

Cuadro 21. Peso de los cormos (kg) de plátano variedad Bellaco antes de la siembra en cámara térmica.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	6.26	5.17	4.63	6.18	4.57	5.27	5.74	4.58	3.09	3.98
T ₁	2.62	3.46	4.95	5.87	6.40	4.68	5.68	5.50	2.89	5.78
T ₂	3.40	4.10	5.96	5.23	6.41	5.46	6.20	4.53	4.59	5.05
T ₃	4.72	6.36	3.62	4.65	5.98	5.23	6.51	5.15	4.63	4.98

Cuadro 22. Longitud de las raíces (cm) de los cormos de plátano variedad Bellaco a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	15.56	19.45	12.54	10.25	13.45	14.54	14.78	12.78	8.64	11.57
T ₁	16.25	20.75	21.45	23.50	15.24	13.27	19.54	12.78	17.86	14.50
T ₂	14.30	16.80	13.55	13.50	13.45	19.85	20.30	14.60	15.40	16.40
T ₃	14.70	18.60	16.30	11.54	18.60	14.70	13.54	15.70	10.56	12.70

Cuadro 23. Diámetro de hijuelos (cm) cosechados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	5.59	5.61	6.14	5.90	8.86	6.16	4.82	6.05	5.30	5.63
T ₁	7.25	7.94	6.94	9.19	7.84	7.20	9.80	6.58	7.40	6.87
T ₂	5.40	6.22	7.08	7.26	5.25	6.62	5.04	6.11	5.85	6.12
T ₃	5.73	5.30	5.42	5.07	4.33	4.29	5.87	5.49	4.91	4.26

Cuadro 24. Diámetro de hijuelos (cm) cosechados a los 90 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	3.13	4.02	3.81	4.92	4.69	5.39	4.03	4.26	4.17	4.01
T ₁	6.26	5.54	6.21	8.15	6.25	7.01	9.23	7.12	5.26	5.38
T ₂	5.21	6.01	6.12	7.23	5.80	4.81	5.63	6.21	5.12	6.54
T ₃	4.36	4.54	5.12	5.36	3.59	4.83	5.36	3.95	4.94	4.65

Cuadro 25. Diámetro de hijuelos (cm) cosechados a los 120 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	4.57	4.13	3.89	4.79	5.12	4.17	6.15	5.02	4.32	5.02
T ₁	7.46	6.46	8.46	7.66	5.65	7.06	9.16	7.65	6.45	5.69
T ₂	6.05	5.78	6.89	7.65	5.47	4.29	7.02	8.16	5.79	7.46
T ₃	4.57	3.46	5.05	4.59	3.02	5.88	6.02	3.26	5.79	6.03

Cuadro 26. Peso de hijuelos (kg) cosechados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	1.79	1.83	1.61	1.63	1.53	1.53	1.61	1.43	1.60	1.67
T ₁	1.72	1.75	2.20	1.55	1.77	2.02	1.63	1.63	1.84	2.12
T ₂	1.52	1.52	1.60	1.60	1.79	1.47	1.43	1.70	1.70	1.41
T ₃	1.28	1.32	1.38	1.20	1.38	1.32	1.58	1.34	1.41	1.43

Cuadro 27. Peso de hijuelos (kg) cosechados a los 90 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	1.22	1.30	1.26	1.26	1.24	1.30	1.26	1.26	1.22	1.26
T ₁	1.45	1.52	1.53	1.20	1.63	1.77	1.34	1.34	1.47	1.41
T ₂	1.25	1.28	1.25	1.36	1.50	1.24	1.40	1.18	1.16	1.22
T ₃	1.28	1.28	1.12	1.36	1.47	1.20	1.24	1.24	1.22	1.18

Cuadro 28. Peso de hijuelos (kg) cosechados a los 120 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	1.20	1.32	1.24	1.34	1.42	1.42	1.63	1.20	1.16	1.22
T ₁	1.50	1.40	1.48	1.36	1.60	1.36	1.59	1.32	1.41	1.57
T ₂	1.24	1.32	1.29	1.43	1.52	1.53	1.38	1.34	1.25	1.14
T ₃	1.30	1.36	1.29	1.32	1.43	1.32	1.22	1.37	1.50	1.36

Cuadro 29. Número de hijuelos brotados a los 15 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00
T ₁	26.00	28.00	42.00	48.00	51.00
T ₂	21.00	18.00	35.00	38.00	45.00
T ₃	15.00	14.00	23.00	25.00	32.00

Cuadro 30. Número de hijuelos brotados a los 30 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	8.00	7.00	7.00	7.00	6.00
T ₁	39.00	46.00	52.00	47.00	55.00
T ₂	30.00	29.00	45.00	40.00	53.00
T ₃	17.00	16.00	32.00	30.00	42.00

Cuadro 31. Número de hijuelos brotados a los 45 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	10.00	12.00	11.00	9.00	10.00
T ₁	65.00	64.00	59.00	53.00	57.00
T ₂	56.00	57.00	41.00	49.00	53.00
T ₃	31.00	33.00	23.00	30.00	38.00

Cuadro 32. Número de hijuelos brotados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	11.00	10.00	13.00	16.00	14.00
T ₁	71.00	76.00	56.00	81.00	75.00
T ₂	25.00	63.00	47.00	63.00	57.00
T ₃	26.00	35.00	25.00	44.00	35.00

Cuadro 33. Número de hijuelos cosechados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	12.00	6.00	15.00	25.00	22.00
T ₁	65.00	63.00	50.00	72.00	70.00
T ₂	25.00	54.00	46.00	60.00	55.00
T ₃	23.00	32.00	21.00	44.00	32.00

Cuadro 34. Número de hijuelos cosechados a los 90 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	9.00	5.00	12.00	19.00	20.00
T ₁	100.00	100.00	103.00	99.00	98.00
T ₂	75.00	68.00	68.00	66.00	68.00
T ₃	28.00	39.00	35.00	49.00	54.00

Cuadro 35. Número de hijuelos cosechados a los 120 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	7.00	5.00	9.00	10.00	4.00
T ₁	85.00	92.00	75.00	65.00	83.00
T ₂	65.00	53.00	45.00	65.00	62.00
T ₃	30.00	36.00	36.00	38.00	45.00

Cuadro 36. Altura de hijuelos (cm) brotados a los 15 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	2.75	4.50	4.70	5.10	6.10
T ₁	7.60	13.00	12.25	9.00	15.50
T ₂	5.80	8.05	10.50	9.95	12.00
T ₃	3.00	6.65	9.50	8.25	10.45

Cuadro 37. Altura de hijuelos (cm) brotados a los 30 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	13.50	16.50	22.00	28.00	20.00
T ₁	30.00	47.25	31.60	30.50	38.50
T ₂	20.70	25.30	28.00	22.40	35.85
T ₃	16.85	22.70	26.50	23.20	36.80

Cuadro 38. Altura de hijuelos (cm) brotados a los 45 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	47.00	58.00	58.00	41.50	56.00
T ₁	52.00	65.75	54.20	58.00	68.50
T ₂	52.95	47.70	49.95	51.90	55.35
T ₃	36.65	43.00	58.00	44.50	55.80

Cuadro 39. Altura de hijuelos (cm) brotados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	67.50	71.50	71.00	66.50	73.00
T ₁	88.00	88.85	79.90	89.60	93.85
T ₂	78.20	71.00	71.60	75.80	76.00
T ₃	55.20	55.65	67.15	61.00	84.15

Cuadro 40. Altura de hijuelos cosechados (cm) brotados a los 60 dds.

Tratamientos	Repeticiones				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
T ₀	75.00	66.00	78.00	70.00	77.00
T ₁	100.00	90.00	99.00	91.00	89.00
T ₂	89.20	80.20	79.00	77.30	78.60
T ₃	62.30	60.00	61.90	60.10	72.00

Cuadro 41. Altura de hijuelos cosechados (cm) brotados a los 90 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	65.00	63.00	55.00	64.00	62.00	47.00	58.00	50.00	67.00	57.00
T ₁	78.00	74.00	67.00	70.00	69.00	86.00	92.00	88.00	99.60	89.40
T ₂	68.20	65.30	62.00	65.10	63.40	74.20	80.30	75.10	70.00	68.40
T ₃	60.10	59.00	58.00	62.50	59.30	70.30	64.50	60.50	68.40	64.80

Cuadro 42. Altura de hijuelos cosechados (cm) brotados a los 120 dds.

Tratamientos	Repeticiones									
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
T ₀	64.00	62.00	54.00	63.20	60.10	45.30	52.30	45.30	65.00	60.00
T ₁	79.00	76.00	68.00	75.00	65.00	82.00	88.00	84.00	95.60	84.60
T ₂	67.30	63.10	60.20	64.30	61.50	72.30	79.00	71.20	68.00	65.20
T ₃	60.00	53.00	54.00	60.50	57.30	68.40	61.30	59.30	64.30	60.20



Figura 10. Selección de los cormos de plátano de la variedad Bellaco.



Figura 11. La cámara térmica para la producción de hijuelos de plátano.



Figura 12. Peso de los cormos de plátano.



Figura 13. Cubriendo los cormos de plátano con aserrín en la cámara térmica.



Figura 14. Hijuelos de plátano a los 60 dds en cámara térmica.



Figura 15. Visita del Ing. Chávez Matías Jaime, al lugar de experimento.