

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Caracterización preliminar en brotación de yemas axilares de plátano Hartón Enano (AAB) con dos tratamientos de luz y corte en condiciones de cámara de crecimiento en la Finca El Pegón, marzo – mayo 2014.

Elaborado por: **Br. Donis Elix Gonzales Jarquin**

Trabajo presentado como requisito previo para optar al título de:
Ingeniero en Agroecología Tropical

Tutores:

M.Sc. Juan Castellón

M.Sc. David Cerda

Asesora:

Lic. Noelia Erlinda Cea Navas

León, Octubre del 2014

DEDICATORIA

A Dios, que me ha regalado fuerza, sabiduría y me sigue regalando tiempo más de vida para cumplir mis metas. A mi padre José Esteban Gonzales y a mi madre María Cristina Jarquin por su apoyo incondicional y tolerancia en este camino de mi vida, al Dr. Francisco Bustamante lo cual ha sido un segundo padre y modelo a seguir como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mis tutores **M.Sc. Juan Duley Castellón, M.Sc. David Alberto Cerda** y la **Lic. Noelia Cea**, tiempo y tolerancia en la elaboración del documento. A mis hermanos **Joel Antonio Gonzales, Enoc Antonio Gonzales** por su apoyo en el transcurso del estudio, a la **Dra. Luz Marina Gonzales y familia** por su confianza y apoyo en esta ciudad universitaria.

Reconocimientos especiales a todas aquellas personas que de una y otra manera me alentaron a seguir, especialmente a las familias León Mendoza, Urey Blanco, Medina Mejía y García Mángalo, lo cual me brindaron la amistad, el apoyo y la confianza de seguir con mis metas de estudio y superación.

Muchas Gracias !!!!!

A todos ustedes...

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
RESUMEN	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	3
III HIPÓTESIS.....	4
IV MARCO TEÓRICO	5
4.1 El cultivo del plátano y su importancia económica.....	5
4.2 Propagación vegetativa	7
4.2.1 Estructuras de propagación vegetativa.....	8
4.2.2 Propagación vegetativa por yemas y tallos	8
4.2.3 Propagación vegetativa por raíces, hojas y estructuras florales	8
4.3 Propagación vegetativa en plátano y banano	9
4.4 Propagación convencional.....	9
4.5 Método de propagación rápida.....	10
4.6 Micropropagación	12
4.7 Macropropagación	13
4.8 Técnica de Reproducción Acelerada de Semilla (TRAS)	13
4.9 Cámara térmica	13
4.10 Importancia de la luz en las plantas	14
4.11 Hormonas de crecimiento de la planta	14
4.12 Termoterapia	15
4.12.1 Sensación térmica en las plantas	16
V MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Ubicación geográfica de la investigación.....	17
5.2 Selección de plantas élites y material vegetal en campo.....	17
5.3 Siembra y condiciones de crecimiento en cámara térmica	17
5.4 Variables evaluadas.....	18
5.5 Análisis estadístico.....	18

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1. Plantas élites seleccionadas en campo	19
6.2 Condiciones de temperatura y humedad presentadas en las cámaras de crecimiento.....	19
6.3. Número de brotes e índice de brotación.....	21
6.4. Días a Trasplante.....	24
VII CONCLUSIONES.....	25
VIII RECOMENDACIONES.....	26
IX BIBLIOGRAFIA	27
X ANEXOS	31
Anexo 1. Hoja de recopilación de datos en cámaras de ausencia y presencia de luz	31
Anexo 2. Cámaras de crecimiento en ausencia y presencia de luz y tipos de cortes realizados, Finca El Pegon de la UNAN – León, marzo – mayo del 2014.	32
Anexo 3. Pruebas de muestras independientes entre tratamientos.....	33
Anexo 4. Promedio de variables climáticas en el departamento de León- Nicaragua.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información que presentaron las 24 plantas élites muestreadas en campo para el presente estudio en la Finca El Pegón, marzo - mayo del 2014.	19
Cuadro 2. Índice de brotación (IB), número de brotes (NB) y días a trasplante (DT) producidos de cormos de plátano Harton enano dos meses después de la siembra en condiciones de cámara térmica en diferentes tratamientos de luminosidad y corte en la Finca el Pegón, León.	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variación de temperatura y humedad durante el período de estudio (del 13 de marzo de 2014 al 7 de mayo del 2014) dentro de cámaras térmicas usadas en el experimento en la Finca El Pegón: a) Temperatura en presencia de luz, b) Humedad en presencia de luz, c) Temperatura en ausencia de luz y c) Humedad en ausencia de luz.	21
Gráfico 2. Número de brotes promedio por tipo de corte y luminosidad en cámara de presencia y ausencia de luz en la Finca El Pegón en el periodo marzo-mayo del 2014: a) media de número de brotes por tipo de corte, b) media de número de brotes por luminosidad, c) media de número de brotes por luminosidad en tipos de corte, d) media de número de brotes por tipo de cortes en luminosidad.....	22

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Finca El Pegón, UNAN- León, el propósito del estudio fue evaluar las combinaciones de tratamientos de luminosidad y cortes, en brotación de yemas axilares de plátano Hartón Enano en condiciones de cámara térmica. Las variables estudiadas: número de brotes (NB), índice de brotación (IB), humedad, temperatura y días a trasplantes (DT). Se utilizaron dos factores (luminosidad y tipo de cortes) cada factor con dos niveles y cuatro tratamientos; T1: corte espiral en presencia de luz, T2: corte trasversal en presencia de luz, T3: corte espiral en ausencia de luz, T4: corte trasversal en ausencia de luz, con diseño DBN^k. En la cámara con presencia de luz, el CT obtuvo IB de 12 y NB medio 12.33 y el CE IB de 13 y NB medio de 13.33; en cámara con ausencia de luz, el CE presentó IB de 8 y NB medio de 7.55 y el CT demostró IB de 9 y NB medio de 8.77. El IB total para cada corte fue de 10. El CE presentó NB medio total de 10.4; mientras que el CT dio NB medio total de 10. Se encontró diferencia significativa en NB en presencia y ausencia de luz dentro del CE ($P < 0.001$, $\alpha = 0.05$) y entre las medias totales en presencia de luz y ausencia de luz. El CE en presencia y ausencia de luz presentaron medias de DT 43.26 y 41.9; el CT en presencia y ausencia de luz se obtuvo una media de DT 44.57 y 42.62. Los valores medios de DT en los tratamientos no reportaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

I INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa ssp.*) es una fruta tropical originaria del sudeste asiático, perteneciente a la familia de las Musáceas, es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* (Simmonds 1962). El banano y plátano son el cuarto cultivo de mayor importancia a nivel mundial por ser el sustento económico y alimenticio de millones de personas en más de 120 países, principalmente en América Latina y el Caribe (ALC), donde la producción se encuentra en manos de pequeños y medianos productores, con manejo tradicional en la mayoría de los casos, destinando el 87% de la producción al consumo local y el 13% al comercio internacional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006). Las Musáceas que más se cultivan en Nicaragua son el plátano cuerno enano y cuerno gigante, con buena aceptación en el mercado nacional. Sin embargo, se ha tenido reducciones drásticas en los rendimientos, causando pérdidas a los agricultores, debido al uso de semilla de mala calidad, al ataque de plagas como el picudo (*Cosmopolites sordidus*), nematodos (*Rodophulus similis*) y enfermedades como la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*) (Alemán, Somarriba y Munguía, 1994), prácticas deficientes de fertilización y manejo de cultivos. Esto se debe que la mayoría de la producción de plátano se encuentra en los pequeños productores el cual viven en lugares marginales y de escasos recursos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2004).

Los plataneros establecen el cultivo con semillas de origen y calidad desconocida; generalmente ocurre a partir del intercambio de la semilla, sin tomar en cuenta los procesos necesarios de selección y multiplicación. Esto ha favorecido a la desigualdad en la calidad de las plantas dentro de las plantaciones de plátano y a la diseminación de plagas y enfermedades transmitidas a través del material de siembra (Aguilar Maradiaga, Reyes Castro & Acuña Pérez, 2004). Actualmente, los productores de Musáceas aprovechan un máximo de 5 a 10 yemas por planta en cada ciclo de producción con métodos tradicionales, lo que representa un 25% del potencial productivo de yemas. Por tal razón, con el propósito de aprovechar más eficientemente el referido potencial, se han desarrollado diferentes metodologías que se aplican en las plantas de plátano para inducir la brotación de yemas y/o acelerar su proceso de desarrollo (FAO, 2006).

Bioversity International junto con otras instituciones gubernamentales, universidades, ministerios y cooperativas de agricultores formaron la red de Musáceas de Nicaragua (MUSANIC) para organizar a los productores y aumentar la producción; por lo cual, se han desarrollado investigaciones sobre el manejo de las plagas (Castellón, 2009; APLARI, 2013; Álvarez et al. 2013) y sobre de fertilización y manejo del cultivo (Carcache y Blanco, 2007; Castellón, 2009; Álvarez et al. 2013). Asimismo, para incrementar la producción de plátano con semillas de mejor calidad y libre de plagas y enfermedades la UNAN-León, APLARI, han realizado investigaciones sobre micropropagación con la técnica de cultivo en tejidos (Dávila, Pastora y Dens, 2000; Gutiérrez y Reyes, 1996). También, se han hecho estudios de macropropagación para establecimiento de técnicas y divulgación a los productores sobre la reproducción de hijos de plátano (Aguilar, 2004; Reyes Castro et al. 2009; Chavarría Castillo y López Montenegro, 2010).

Sin embargo, aún persisten problemas de enfermedades con estos métodos de macropropagación, tampoco se sabe cuáles son las condiciones óptimas para estos métodos en Nicaragua. Por lo cual, hay que mejorar el sistema de producción para producir plantas libres de enfermedades y de mejor calidad. Por consiguiente, la presente investigación pretende demostrar que el método de selección de plantas élites puede ser una alternativa para incrementar la producción y la calidad de plátanos, reduciendo los problemas de plagas, enfermedades y disminuir los costos económicos de los pequeños productores. Asimismo, se podrá evaluar qué tipos de cortes y que condiciones de luminosidad (ausencia y presencia de luz), son mejores para la propagación exitosa de plátano en condiciones de cámara térmica en el departamento de León. Estos conocimientos y métodos luego serán útil para que los productores puedan producir plantas de mayor calidad y sanas de una forma más rápida y eficaz, y podrán ser aplicados en cualquier región de Nicaragua.

II OBJETIVOS

Objetivo general

- ✓ Evaluar la combinación de tratamientos de luminosidad (presencia y ausencia de luz) y tipo de corte (espiral y transversal) en la macropropagación por yemas axilares de plátano Harton Enano (AAB) en condiciones de cámara térmica en la finca El Pegón, UNAN-León, marzo-mayo 2014.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar cuál de las combinaciones de tratamientos de luminosidad y tipo de corte producirá mayor cantidad de brotes en plátano harton enano (AAB) en condiciones de cámara de crecimiento.
- ✓ Establecer que combinación de tratamiento producirá brotes en menor tiempo para trasplante en condiciones de cámara de crecimiento.

III HIPÓTESIS

Ho: Las combinaciones de tratamientos de luminosidad (ausencia y presencia de luz) y tipos de corte aplicados en cormos de plátano harton enano (AAB) tendrán la misma cantidad de brotes y días a trasplante.

Ha: Las combinaciones de tratamientos de luminosidad (ausencia y presencia de luz) y tipos de corte aplicados en cormos de plátano harton enano (AAB) no tendrán la misma cantidad de brotes y días a trasplante.

IV MARCO TEÓRICO

4.1 El cultivo del plátano y su importancia económica

El plátano tiene su centro de origen en el continente asiático, principalmente en las zonas de Filipinas, India y Nueva Guinea. El plátano es una planta monocotiledónea y pertenece al orden escitamineales, a la familia de las Musáceas, subfamilia *Musoideae* y tiene dos géneros *Musa* y *Encete*. Según Stover y Simmonds (1987), las especies más importantes dentro de esta familia son: *M. acuminata* y *M. balbisiana*, de donde por cruzamientos interespecíficos, han dado origen a la mayoría de los cultivares de plátano comestibles más importantes del mundo. Morfológicamente, la planta de plátano consiste de un sistema de raíces fibrosas, un cormo subterráneo y un falso tallo de baja lignificación (pseudotallo) que sostiene las hojas, flores y frutos (Belalcázar, Rosales y Pocasangre, 2003).

El Cormo es un tallo subterráneo en el ápice donde se encuentra el punto vegetativo o meristemo apical, a partir de los cuales surgen las raíces y el pseudotallo. La forma del cormo está influenciada por la textura y estructura del suelo; puede variar desde cónica en suelos pesados a cilíndrica-achatada en suelos livianos. El diámetro no excede los 30 cm. La consistencia suele ser carnosa debido a su alto contenido de parénquima (Belalcázar et al. 2003).

Las Raíces tienen forma de cordón y aparecen en grupos de 3 o 4. Son de color blanco cuando emergen y a medida que aumenta la edad de la planta se tornan amarillentas y duras. Su diámetro oscila entre 1.0 y 5.0 mm. En suelos fértiles, bien drenados y profundos, las raíces se pueden extender 1.5 m en profundidad y hasta 5.0 m lateralmente. También, las raíces forman conexiones y relaciones con otros organismos, como bacterias y micorrizas para trabajar juntas por el beneficio mutuo, confiriendo mayor capacidad en la absorción de agua, nutrientes y minerales esenciales (Belalcázar et al. 2003).

Belalcázar et al. (2003) señalan que todos los órganos de la planta de plátano son importantes y cumplen con una función determinada. Sin embargo, las raíces y las hojas podrían ser consideradas como los dos órganos más importantes, porque de su comportamiento fisiológico y de su estado fitosanitario dependen la absorción de agua y elementos nutritivos y la actividad fotosintética, procesos estrechamente relacionados con la producción y rendimiento de

un cultivar. La coloración de las raíces tiende a ser distinta conforme su edad; muchas veces cuando están recién emergidas del cormo presentan coloraciones de blanca a blanca cremosa, generalmente pueden ser suaves y frágiles y conforme aumenta la edad de la planta van cambiando su coloración de blanco cremoso a café, o café oscuro cuando está ya ha logrado su desarrollo completo. Su tamaño, color y grosor tiende a guardar algún tipo de relación con las características del suelo, principalmente con la textura (Belalcázar et al. 2003).

La emisión de las raíces se da en la parte superior o debajo de la formación inicial de cada hoja, este proceso ocurre siempre en la base del cormo (parte inferior) en los primeros 30cm, con profundidad del suelo y tiende a disminuir hacia la parte superior. La emisión de las raíces primarias puede desarrollarse de manera horizontal, y pueden llegar a medir de 3.5 a 4m. El sistema radical generalmente tiende a desarrollarse en los primeros 10 a 20cm, puede ser esta la razón de por qué no se deben realizar prácticas de laboreo profundo una vez que el cultivo se ha establecido (Belalcázar et al. 2003).

El Pseudotallo lo forman cada una de las hojas desarrolladas, casi el 95% está constituido por agua; es a través de éste que circulan los nutrientes, además, sirve para el sostén y desarrollo del fruto y hojas. El pseudotallo se puede manifestar de distintos tamaños dependiendo de los clones a considerar (de 1 a 7m de altura) y diámetro desde los 20 a 50cm como máximo, la coloración difiere de una variedad a otra y de una región a otra, y muchas veces la tonalidad de coloración puede estar regulada por los factores climáticos (Belalcázar, 1994).

El plátano (*Musa* AAB) es una de las principales fuentes de carbohidratos en la dieta de la población en los trópicos. Este cultivo representa en muchos países una fuente de gran importancia. Se estima un área de siembra aproximada de 5, 290,107 ha, con una producción anual de 33, 349,584 TM, de las cuales el 70% se concentra en los países de África; y el restante en las regiones de América Latina y el Caribe (27%) y Asia (3%). En América Latina, los países como Colombia (38%), Perú (19%) y Ecuador (8%) son los países con mayor producción a nivel mundial (FAO 2006). El cultivo de plátano en muchos países se limita a unas pocas plantas aisladas en el campo, bordes o jardines. No hay comercialización organizada del cultivo. En América tropical los clones de los grupos de plátanos de fritura (AAB) y guineos de cocción

(ABB) son de especial importancia, por el hecho de constituir un elemento básico en la alimentación local (León, 1987).

La producción de Musáceas (plátanos) en Nicaragua se estima alrededor de 25,600 ha, ubicándose el 78% en Rivas, 10% en Granada, 9% en Masaya y 3% en León y Chinandega (Censo Nacional Agropecuario–Instituto Nicaragüense de Estadística y Censo [CENAGRO–INEC], 2008). El cultivo tiene gran importancia, no sólo por formar parte de la dieta alimenticia de las familias nicaragüenses, sino también, por ser fuente de empleos y generador de divisas, por lo que se considera rubro rentable desde el punto de vista económico y social. Además, es un cultivo que se produce en un 85% por los pequeños y medianos productores (CENAGRO–INEC, 2008). En los últimos años, el cultivo ha venido incrementando el área física de siembra, pero los índices de rendimiento siguen siendo muy bajos, atribuidos principalmente a enfermedades como Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y los fitonematodos, a pesar de no contar con estudios que sustenten el grado de daño que estos últimos puedan estar provocando al cultivo (CENAGRO–INEC, 2008).

4.2 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa, consiste en la estimulación y proliferación de brotes mediante la aplicación exógena de reguladores de crecimiento. La propagación clonal o vegetativa para Vásquez y Torres (1981), es un método utilizado para multiplicar partes vegetativas, utilizándose tejidos vegetales que conserven las características hereditarias de planta donadora y así generar nuevos individuos. La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria o suficiente para reproducir la planta entera. La propagación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los productores de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología del cultivo de tejidos vegetales, mediante los cuales se puede lograr la propagación masiva de plantas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de parásitos. Los procedimientos modernos permiten la obtención de cultivares totalmente libres de agentes patógenos, incluyendo virus, e incluso la

fabricación de semillas artificiales por medio de la técnica de embriogénesis somática y encapsulado (Vásquez et al. 2000).

4.2.1 Estructuras de propagación vegetativa

Vásquez Yanes et al, (1997) afirman que en su mayoría las especies cultivadas no producen semillas aunque tengan flores. Su multiplicación o propagación vegetativa no implica la fusión de células germinativas, se trata de un proceso que implica el enraizamiento y la separación de una parte de la planta original cuando mueren los tejidos vegetales que las semillas unían, de esta manera, las células, tejidos u órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las estructuras de propagación vegetativa funcionan también como órganos de resistencia y de almacenamiento en las temporadas adversas, los cuales algunas veces son almacenados por tiempos prolongados.

4.2.2 Propagación vegetativa por yemas y tallos

Los tallos horizontales aéreos y subterráneos de varias especies silvestres y cultivadas, se alargan y forman raíces adventicias en sus nudos. Mientras los tejidos se mantienen intactos se trata del crecimiento de una sola planta, como sucede en muchas especies de gramíneas. A este individuo completo de extenso crecimiento se le conoce como genet. Pero cuando el tejido de interconexión muere o es cortado, cada uno de los segmentos da lugar a un nuevo individuo al que se le conoce como ramet (Vásquez Yanes et al. 1997).

4.2.3 Propagación vegetativa por raíces, hojas y estructuras florales

Vásquez Yanes et al. (1997) afirman, que una forma extensa de propagación de las plantas se da mediante numerosos brotes, que crecen de sus raíces horizontales. Estos brotes se forman sólo si la raíz es dañada, entonces los brotes se diferencian en un tejido calloso. En las hojas es tan frecuente en la naturaleza como los dos anteriores, en otras especies, entre las que se encuentran las violetas africanas, se forman nuevos individuos a partir de las hojas que se desprenden y caen al suelo que posteriormente desarrollan raíces adventicias. En algunas plantas,

los meristemos apicales se desarrollan como flores y se convierten en yemas vegetativas asociadas con raíces adventicias, estas estructuras crecerán independientemente al ser liberadas de la planta progenitora (Vásquez Yanes et al. 1997).

4.3 Propagación vegetativa en plátano y banano

El plátano y el banano son algunos de los cultivos conspicuamente más estériles por su condición de triploide. Por consiguiente, los mecanismos convencionales de mejoramiento son aplicables a estas especies a excepción de los cruces triploide y tetraploides. En la propagación vegetativa, tradicionalmente se utilizan yemas que surgen alrededor de la corona del cormo, brotes jóvenes llamados puyones, colinos o hijuelos, que salen de la base del tronco principal y porciones del cormo. Los colinos se usan más comúnmente, ya que fructifican con mayor rapidez que los otros propágulos (Simmonds, 1973).

4.4 Propagación convencional

Este método se basa en el establecimiento de semilleros en campos abiertos para la obtención de material de siembra, eso implica poseer área proporcional al área de plantación comercial a sembrar. Con el método convencional por cada semilla plantada se obtiene una producción de 10 semillas en un año. Las plantas destinadas para semillero no producen frutos, se les corta la inflorescencia para romper la dominancia apical y promover la producción de hijos (Soto, 1985).

Un cormo de banano puede producir hasta 40 yemas pero no todas se desarrollan para formar nuevas plantas. Aun con los mejores métodos para estimular su desarrollo en campo, en la práctica no se obtiene más de 20 hijos trasplantables durante el primer año de siembra; por lo cual es desventajoso, ya que su coeficiente de reproducción es bajo (Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, [MIDINRA- IICA, 1983]).

4.5 Método de propagación rápida

Este método consiste en promover la multiplicación o regeneración de cormos de banano, bajo condiciones especiales de manejo lo cual facilita la reproducción genética (Filippia y Pino, sf.). En este método se presentan varias desventajas las cuales son (Filippia, 1989):

- ✓ Fácil contaminación de las cámaras con agentes patógenos y plagas.
- ✓ Dificultad al plantar fracciones y yemas.
- ✓ Riesgo de daño mecánico al sistema radicular al momento de la extracción.

Álvarez et al. (2013) señala que existen ventajas de la propagación en cámara térmica entre el método convencional:

Cámara térmica	Método convencional
✓ Una semilla de tamaño uniforme	✓ Emplea cormos de diferentes tamaños
✓ Facilita el manejo de problemas fitosanitarios transmitidos por la semilla	✓ Fácil diseminación de fitopatógenos debido al desconocimiento del material de siembra
✓ El primer ciclo de cultivo se puede reducir hasta 2 meses dependiendo del piso térmico	✓ El sistema de producción del material es muy variable
✓ El sistema de producción es automatizado y tecnificado	✓ La disponibilidad de la semilla es limitada
✓ Semilla de calidad y bajo costo	✓ Impide la certificación fácil del material de siembra por el volumen y el tamaño variable del cormo
✓ Permite proteger los brotes y las plantas con microorganismos benéfico	✓ Se requieren mayor volúmenes de semilla

4.6 Micropropagación

El desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales, unidas al descubrimiento de las hormonas de crecimiento y diferenciación de las plantas auxinas y citoquininas, permitió el desarrollo de varias técnicas de cultivo orientadas hacia la propagación de plantas, que son ahora de uso corriente en muchos laboratorios de investigación del mundo. También en empresas de propagación comercial, las células que conservan mejor esta potencialidad son las que están menos diferenciadas hacia una función específica, como las que están presentes en las yemas y en otros tejidos primarios de las plantas, por ejemplo; los extremos de las raíces, los segmentos nodales, las semillas, el parénquima del tejido vascular foliar, el cambium y algunas partes florales (Vásquez Yanes et al. 1997).

Por mucho tiempo, las técnicas de micropropagación han sido consideradas demasiado complicadas para convertirse en una opción viable para la propagación de árboles en regiones tropicales subdesarrolladas. Sin embargo, tal punto de vista es poco realista ya que existen métodos de micropropagación que sólo requieren recursos técnicos e instalaciones mínimas (Vásquez Yanes et al. 1997).

Uno de los procesos en cultivos *in vitro* de cualquier planta es la desinfección del explantes, después de la etapa de iniciación y multiplicación de los explantes y obtención de plantas enteras. La micropropagación es un método que recomienda varios factores para el éxito de cultivo *in vitro*; fuente, tamaño, patrón de crecimiento, la edad del explantes y el medio ambiente (Müller y Sandoval, 1986).

Para tener respuestas adecuadas, estos explantes necesitan de ciertos requerimientos, pueden considerarse macronutrientes y micronutrientes, fuentes de carbono, reguladores de crecimiento y aminoácidos (Martínez et al. 2004). Según Murashige y Skoog (1962), en caso específico del género *Musa*, se han usado métodos básicos de cultivos pero el más aceptado es el basal.

Banerjee y De Langhe (1985) afirman que el número de hijos en la micropropagación de musáceas va a depender de la composición genómica de los cultivares. El tiempo de permanencia se puede determinar por el número de plántulas a obtener en cada explante. En estas condiciones se recomienda producir de 1,000 a 20,000 plantas por cada explantes, con el riesgo de disminuir

los riesgos de variabilidad en el cultivo de banano y plátano. Los cultivos en *in vitro* pueden mantenerse en un rango de temperatura de 20 a 30°C según Villalobos (1985).

4.7 Macropropagación

La macropropagación es el proceso por el cual, a partir de los cormos obtenidos de las plantas madres, se obtiene una gran cantidad de plantas que guardan las mismas características y calidad de la planta madre (FAO, s.f.).

4.8 Técnica de Reproducción Acelerada de Semilla (TRAS)

Es una técnica en la cual los cormos enteros se siembran en canteros o pequeños almácigos previamente acondicionados para que se facilite la brotación de las yemas axilares. Se elimina la yema apical a un centímetro por debajo de la corona que une al cormo con el pseudotallo; esto garantiza la eliminación de la dominancia apical e induce la brotación de las yemas axilares (Aguilar et al., 2004).

4.9 Cámara térmica

En esta cámara, se someten los cormos y las yemas inducidas en ellos a un sistema de limpieza que comprende la termoterapia (con temperaturas entre 50 y 70 °C), una humedad relativa entre 30 y 100%, iluminación nocturna y fertirriego (riego de solución nutritiva). La temperatura alta al interior de la cámara térmica acorta el tiempo de brotación de las yemas vegetativas, así como su desarrollo. En menor tiempo (18 días), se obtiene mayor brotación de yemas y más emergencia con temperatura alta que cuando se propaga esta semilla en condiciones ambientales externas (29 días) empleando la misma técnica (FONTAGRO, 2010).

4.10 Importancia de la luz en las plantas

La luz es la fuente primaria de energía para la vida en la tierra, las plantas son organismos autótrofos fotosintéticos que son capaces de absorber y utilizar la energía luminosa o cualquier fuente de energía lumínica visible (lámparas incandescentes o fluorescentes), lo cual estas son convertidas en electroquímicas produciendo las proteínas necesarias para elaborar sus propios alimentos, por lo tanto no hay nada específico y misterioso en que el sol las haga crecer. Por lo tanto el proceso de la fotosíntesis en las plantas es el encargado de llevar este proceso (De Las Rivas, 2000).

La radiación luminosa ocupa una pequeña franja de espectro que va desde 400 a 700 nm y se sitúan entre la radiación ultra violeta e infra roja y constituye la llamada radiación fotosintética activa, en donde esta energía es considerada una constante y se suele expresar en unidad de tiempo por unidad de área perpendicular. También se puede comprobar la fuerza de la luz en donde un día de sol proporciona 200 μmol de fotones por metro cuadrado por segundo, lo cual en potencia es 1000 w (De Las Rivas, 2000).

4.11 Hormonas de crecimiento de la planta

Las fitohormonas, también llamadas hormonas vegetales, son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos del xilema y floema. Las hormonas vegetales conocidas son (De Las Rivas, 2000):

Auxinas Las auxinas son un grupo de fitohormonas que funcionan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración. Este

movimiento se realiza a través del parénquima que rodea a los haces vasculares (De Las Rivas, 2000)

Giberelina: La giberelina es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas. Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas y frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo. Estimula el crecimiento del tallo de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular, regulan la transición de la fase juvenil a la fase adulta, influyen en la iniciación floral, y en la formación de flores unisexuales en algunas especies; promueven el establecimiento y crecimiento del fruto, en casos de que las auxinas no aumentan el crecimiento, promueven la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación (De Las Rivas, 2000).

Citoquininas: Las citoquininas o citocininas constituye en un grupo de hormonas vegetales que promueven la división y la diferenciación celular. Dicho conjunto de hormonas no se puede encontrar de forma artificial ya que consiste en dar origen al proceso de formación de los órganos de todas las plantas lo cual hace que esta hormona sea totalmente vegetal y no es necesaria tenerla artificialmente (De Las Rivas, 2000).

.Su nombre proviene del término «citokinesis» que se refiere al proceso de división celular, el cual podría ser considerado como el segundo proceso madre de todos los procesos fisiológicos en los vegetales, ya que a este proceso le antecede en importancia la diferenciación celular, la cual se encarga de dar origen a la formación de cada uno de los órganos de cualquier vegetal (De Las Rivas, 2000).

4.12 Termoterapia

Es un método tradicional que consiste en someter a las plantas a temperaturas dentro de los límites de tolerancia fisiológicos durante diferentes periodos de tiempo, variable entre varias semanas a meses; con esto se trata de inactivar el patógeno en la planta o bien de inhibir su multiplicación de forma que los ápices, se han desarrollado en este tiempo de reproducción acelerada. Este tratamiento requiere muchas consideraciones ya que su éxito depende de lograr la temperatura adecuada que permite el desarrollo de la yema (Bakelana, 2005).

La alta temperatura en el exterior de la cámara térmica acorta el tiempo de brotación de la yemas vegetativas, lo que quiere decir es que, induce a la brotación de las yemas laterales así como su desarrollo, en menor tiempo (18 días) se obtiene mayor brotación y mayor emergencia con temperatura altas, que cuando se propaga semilla en condiciones ambientales externas. Empleando esta misma técnica, las plantas presentan características de diámetro de 1.8 cm, buen desarrollo fisiológico, 2 hojas, raíces, alturas de 15 a 18 cm, por lo tanto esta lista para su trasplante al vivero (Alvares et al., 2013)

4.12.1 Sensación térmica en las plantas

Se llama sensación térmica a la reacción de la planta ante el conjunto de condiciones del ambiente que determinan el clima desde el punto de vista térmico. Es costumbre decir que hace calor o frío, en función de lo que dice un termómetro corriente, pero no solo la temperatura (seca del aire) determina la sensación que siente la planta, sino otra serie de parámetros que pueden mejorar o empeorar la sensación (De Las Rivas, 2000).

V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica de la investigación

El estudio se realizó en la Finca El Pegón, UNAN - León, ubicada a 1 km a la entrada de La Ceiba con temperatura mínima promedio de 25°C y máxima promedio de 39°C, coordenadas 12°25'32N y 86°51'32O, con altitud de 90msnm y precipitación anual promedio de 1200mm (Blanco, 2013).

5.2 Selección de plantas élites y material vegetal en campo

Se hicieron recorridos en 35 mz para la búsqueda exhaustiva de plantas en floración de plátano Harton enano (AAB) en la finca El Pegón, primeramente para ver el potencial de producción, se tomó en cuenta solo plantas que tuvieran racimos con el mayor número de manos y dedos (9-50) libre de enfermedades y con un buen sistema de anclaje, donde se muestrearon 24 plantas. A estas plantas se les midió datos de altura, diámetro del tallo, número de hojas funcionales y números de hijos de sucesión. Al encontrar las plantas se marcaron, extrayendo 36 hijos para posteriormente ser trasladados al área de preparación. Luego se limpiaron y desinfectaron, para su siembra en cámara térmica y en cámara de ausencia de luz. Se usaron cormos con rango de peso entre 300-800 g y alturas promedio de 0.25-1.25 m.

5.3 Siembra y condiciones de crecimiento en cámara térmica

Antes de la siembra se realizó el método del mondado el cual consiste en la eliminación de las raíces e impurezas del cormo. Luego se cortaron las hojas del pseudotallo sin eliminar las yemas. Al finalizar la exposición de las yemas se hizo un corte en cruz en el centro del cormo para evitar que se desarrolle el punto de crecimiento y después se procedió a pesar los cormos según el corte aplicado. Los cortes aplicados son: el corte transversal y el corte en espiral. Los cormos se desinfectaron con cloro aplicando 2 bolsas de cloro de 200ml en 120 L de agua por 5 minutos, esto para evitar proliferación de enfermedades que se puedan desarrollar en el área de experimento.

Después que los cormos se trasladaron a cámaras térmica, donde la cámara de ausencia de luz se construyó de madera en forma de ataúd con un plástico negro tapada y fueron sembrados en camas de 3.5 m de longitud por 1 m de ancho y profundidad de 0.4 m y llenas con 3.5 sacos de aserrín. Luego se fertilizaron una vez a la semana con 0.8g de fertilizante granulado fórmula 15-15-15. Se estudiaron dos factores (luminosidad y tipo de corte), cada factor con dos niveles. Ausencia y presencia de luz para el factor luminosidad y espiral y transversal para el factor tipo de corte, por lo cual tenemos cuatro tratamientos: T1: corte espiral en presencia de luz, T2: corte transversal en presencia de luz, T3: corte espiral en ausencia de luz, T4: corte transversal en ausencia de luz. Se utilizó dos cámaras térmicas, una en presencia de luz y otra en ausencia de luz. Dentro de cada cámara se colocaron los cormos correspondiente a cada tratamiento mencionado anteriormente, con 9 repeticiones (CE: Corte en espiral, CT: Corte Transversal o en cruz). Los cormos se colocaron a distancia de 0.3 m de forma aleatoria en cada bloque por lo tanto se utilizó un diseño bifactorial de ene a la k (DBN^k)

5.4 Variables evaluadas

- ✓ **Temperatura la humedad:** A partir del día de siembra se midió con un termómetro (tini tac) en cámara de presencia de luz, (Fisher Scientific) en ausencia de luz, esta actividad se realizó tres veces al día (8:30 am, 1:00 pm y 4: 30 pm), dentro de cada cámara térmicas
- ✓ **Número de brotes (NB) y días a trasplantes en vivero (DT).** Estas variables se midieron a partir de los 32 días de haber sembrado, cada 8 días, hasta los 56 días.

5.5 Análisis estadístico

Para la variable NB se calculó el índice de brotación (IB) de los cormos, dividiendo el número de plantas totales entre el número de cormos iniciales (p_i/c_i) este cálculo se realizó por tipo de corte y combinación de tratamientos.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el paquete estadístico PSPP y SysStat Sigma Plot 12.0. Con todas las variables mencionadas se realizaron gráficos y tablas para su presentación. Se realizó una prueba de t para muestras independientes en la variable DT y NB.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Plantas élites seleccionadas en campo

Cuadro 1. Se presenta el resumen estadístico de los datos que presentan las plantas elites en campo al momento de ser seleccionadas y marcadas, para extraer los hijos que fueron multiplicados en el estudio, donde la altura tuvo una media de 2.77 m, con un rango de 2.40 a 2.96 m de altura. El diámetro presento una media de 0.25 m, con rangos de 0.22 y 0.27 m. En el número de manos por racimo, la media presentada es de 8.38, con un rango de 7 a 9 manos por racimo. El número de dedos por racimo presentó una media de 50.33 con un rango de 48 y 58 dedos por racimo. En el número de hojas se obtuvo media de 6.92 con rango de 4 a 9 hojas por planta. La variable con menor varianza fue el diámetro de la planta ($s^2=0.0002$) y las variable con mayor variación fue número de dedos ($s^2=7.362$).

Cuadro 1. Información que presentaron las 24 plantas élites muestreadas en campo para el presente estudio en la Finca El Pegón, marzo - mayo del 2014.

Variable	\bar{x}	EE	DE	Var	Rango	Min	Max	Suma
Altura (m)	2.77	0.032	0.16	0.025	0.56	2.40	2.96	66.44
Diámetro (m)	0.25	0.003	0.015	0.0002	0.05	0.22	0.27	5.93
Nº mano	8.38	0.132	0.65	0.418	2.00	7.00	9.00	201.00
Nº dedos	50.33	0.554	2.71	7.362	10.00	48.00	58.00	1208.00
Nº hojas	6.92	0.248	1.21	1.471	5.00	4.00	9.00	166.00

\bar{X} = media, EE= error estándar, DE= desviación estándar, Var= varianza, Min= mínimo, Max= máximo

6.2 Condiciones de temperatura y humedad presentadas en las cámaras de crecimiento

El gráfico 1, se demuestran las variables de temperatura y humedad que se presentó en cada cámara térmica. En cámara con presencia de luz, se observó temperatura media de 39.8°C (Gráfico 1a), donde temperatura mínima fue 28°C en las fechas 17-03-2014 y 27-03-2014, con temperatura máxima de 56°C presentada el 15-03-2014. La humedad presentó una media de 44.75% (Gráfico 1b), con humedad mínima de 24% el 13-03-2014 y humedad máxima de 60% el

01-04-2014. En la cámara con ausencia de luz, la temperatura media fue de 36.9°C (Gráfico 1c) con un mínimo de temperatura de 28°C los días 20-03-14, 25-03-2014, 26-03-2014, 05-04-2014, 08-04-2014, 15-04-2014 y 16-04-2014 y máximo de temperatura de 48°C reportado para los días 11-04-2014, 14-04-2014, 16-04-2014, 20-04-2014, 23-04-2014 y 30-04-2014. La humedad media fue de 44.0% (Gráfico 1d), presentando un mínimo de 27% el día 24-03-2014 y un máximo de 69% el día 03-04-2014. El estudio realizado por Álvarez et al. (2013) reportan que la temperatura y la humedad eran controlados por un programa llamado Programación Lógica Controlable (PLC) y regulaba la temperatura entre 50 y 70°C y la humedad de 30 y 100% y tapado con maya sarán y luz 24 horas lo cual insidioso mayor brotación al contrario de nuestro estudio que las temperaturas no eran controladas homogéneamente.

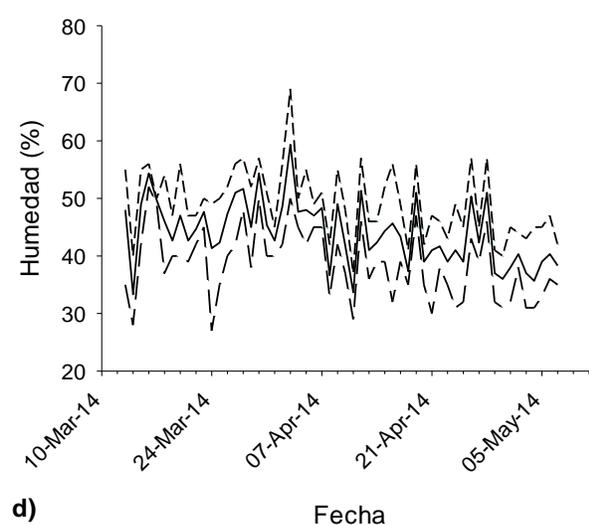
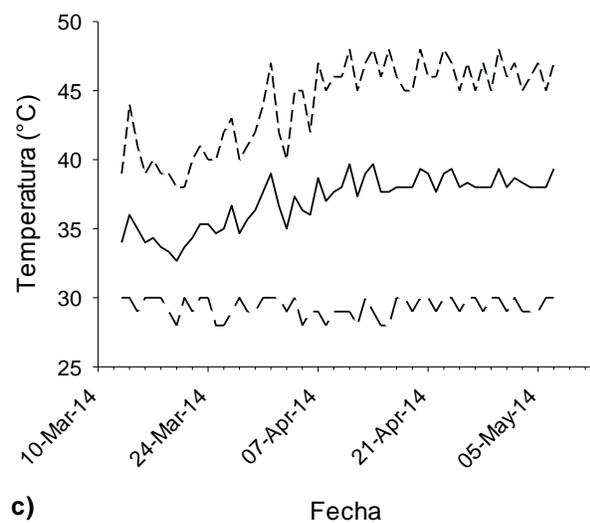
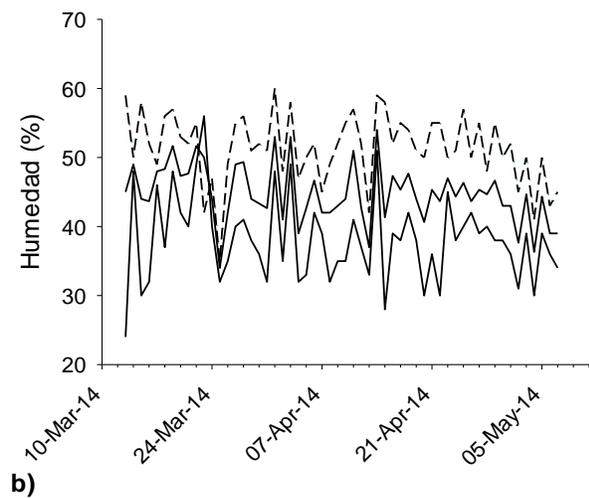
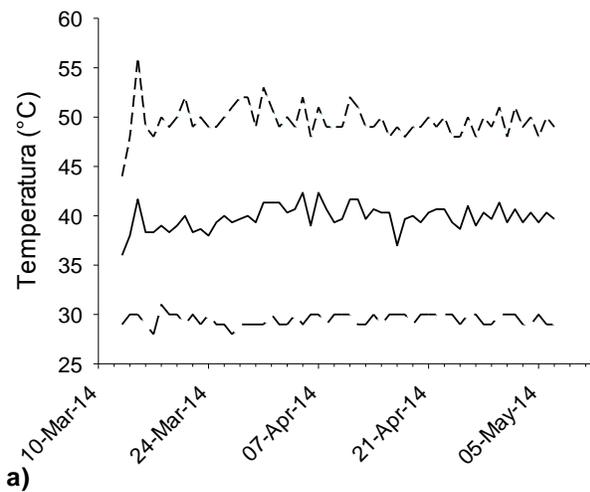


Gráfico 1. Variación de temperatura y humedad durante el período de estudio (del 13 de marzo al 7 de mayo del 2014) dentro de cámaras térmicas usadas en el experimento en la Finca El Pegón: a) Temperatura en presencia de luz, b) Humedad en presencia de luz, c) Temperatura en ausencia de luz y c) Humedad en ausencia de luz.

6.3. Número de brotes e índice de brotación

En el gráfico 2, se observan los valores medios de NB por tipo de corte, luminosidad y combinación de ambos tratamientos. El corte espiral y el corte transversal en presencia de luz, demostraron medias totales de NB de 10.5 y 10.4 (Gráfico 2a). En el tratamiento de presencia de luz, se encontró media de NB de 12.8, contrario al presentado en ausencia de luz con valores medios de NB de 8.1 (Gráfico 2b). Los valores medios por cada combinación de tratamiento aparecen en el Gráfico 2c y 2d. En el Gráfico 2c, las medias están agrupadas por luminosidad dentro de cada corte; en el Gráfico 2d, las medias están agrupadas por corte dentro del tratamiento de luminosidad. El corte en espiral y transversal en presencia de luz mostraron medias de NB de 13.33 y 12.33. El tratamiento corte espiral y transversal en ausencia de luz hubo media de NB de 7.55 y 8.77. Estas diferencias entre tratamientos de ausencia y presencia de luz es debido a que los tejidos de las yemas al presentar un fototropismo positivo crecen más rápido en presencia de luz; mientras tanto, la similitud de brotación entre cortes se deba a que dentro de cada cámara los factores físico-químicos (temperatura, humedad y sustrato) eran iguales.

Se hizo prueba de t de muestras independientes con NB por cada tipo de corte y luminosidad (Gráfico 2a y 2b respectivamente), donde se puede observar que la diferencia significativa en NB se encontró entre presencia y ausencia de luz ($t=4.89$; $P<0.001$, $\alpha =0.05$). Igualmente se hizo una prueba de t de muestras independientes con NB para la combinación de ambos tratamientos (Gráfico 2b y 2c) donde la única diferencia significativa se observó entre presencia y ausencia de luz dentro del corte en espiral ($t=10.90$; $P<0.001$, $\alpha =0.05$). Los datos no pasaron la prueba de igualdad de varianzas de Levene, debido a la heterogeneidad de los datos causada por los efectos que tienen la presencia o ausencia de luz.

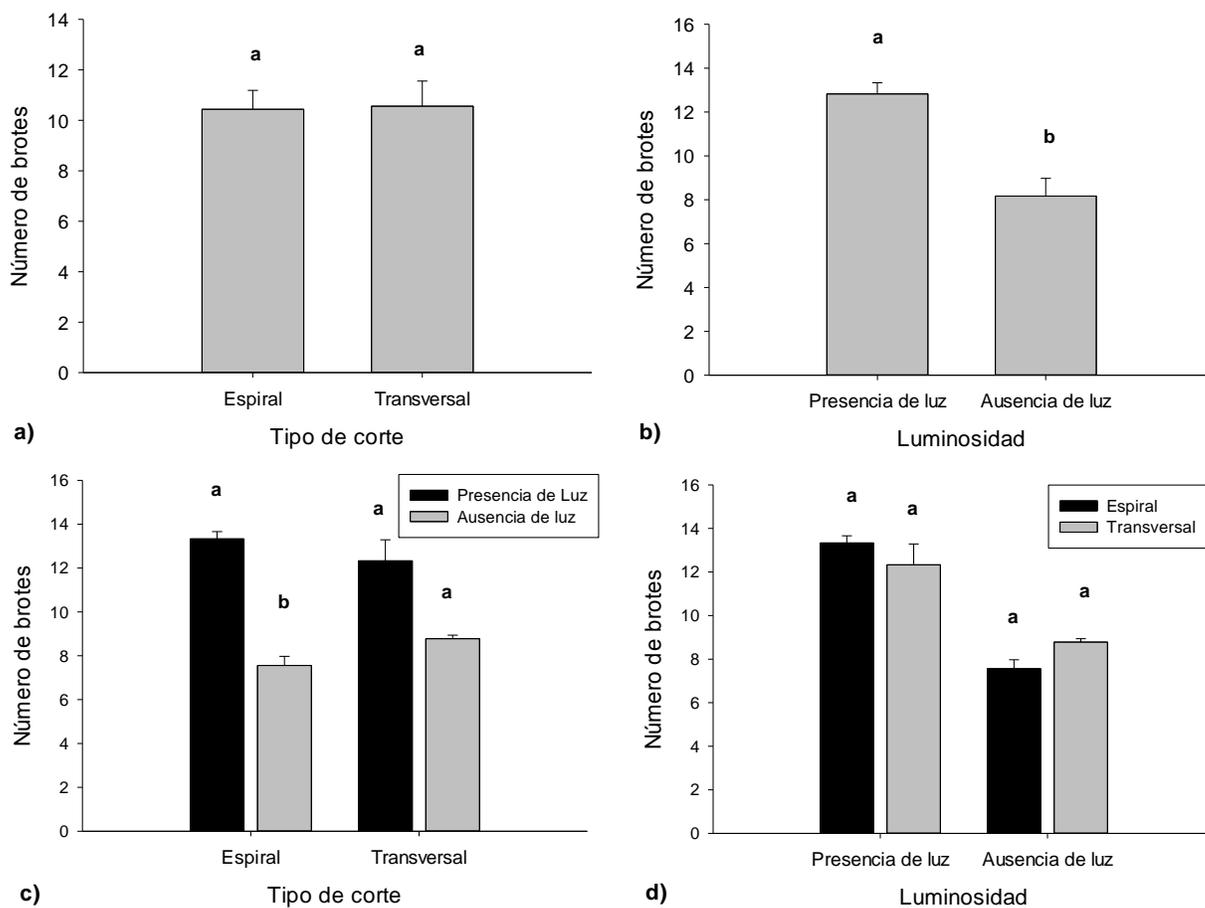


Gráfico 2. Número de brotes promedio por tipo de corte y luminosidad en cámara de presencia y ausencia de luz en la Finca El Pegón en el periodo marzo-mayo del 2014: a) media de número de brotes por tipo de corte, b) media de número de brotes por luminosidad, c) media de número de brotes por luminosidad en tipos de corte, d) media de número de brotes por tipo de cortes en luminosidad.

Valores con diferentes letras dentro de cada grupo son estadísticamente diferentes para $P < 0.05$ según la prueba de t para muestras independientes.

En el Cuadro 2, se observa el IB por tratamiento de luminosidad y corte. En la cámara con presencia de luz, el corte transversal y espiral reportaron IB de 12 y 13.33; en cámara con ausencia de luz, el corte en espiral y transversal obtuvieron IB de 8 y 9. El IB total para cada corte fue de 10. Los valores obtenidos en esta investigación fueron superiores a los presentados por Reyes Castro et al. (2009) en variedades Censa $\frac{3}{4}$ y plátano enano en condiciones

ambientales (IB de 3 a 4) debido a que las condiciones de temperatura en las cámaras térmicas incrementa la velocidad de crecimiento y brotación.

Bakelana (2005) encontró valores medios de IB para diferentes variedades de bananos, lo cual se muestran valores menores a los encontrados en este trabajo para las variedades FHIA-25 (5.2) y Cardaba (5.5); valores similares en las variedades FHIA-23 (8.83), ORISHELE (10.14) y BITA 3 (9.92); y valores mayores a los nuestros en las variedades FHIA 01 (16.7), FHIA 03 (15.8), FHIA 21 (14.92), SABA (13.83), SH-3640 (17.92). Las condiciones de este experimento fueron en cantero cubierto con plástico. Por esta razón, estos resultados se asemejaron bastante a los de este estudio debido a las condiciones térmicas presentadas.

Álvarez et al. (2013) obtuvieron 90 brotes/m²/mes utilizando un rango de peso de 1 a 2 kg de peso; estos resultados son superiores a los nuestros, donde se obtuvieron 32 brotes/m²/mes (presencia de luz y corte espiral). Los demás tratamientos presentaron 24 brotes/m²/mes. Esto se debe a que en el estudio de Alvares et al. (2013), la cámara poseía luz nocturna por lo cual las plantas producían fotosíntesis las 24 horas y conservaban la constancia de la termoterapia.

Cuadro 2. Número de brotes (NB), índice de brotación (IB) y días a trasplante (DT) producidos de cormos de plátano Harton enano dos meses después de la siembra en condiciones de cámara térmica en diferentes tratamientos de luminosidad y corte en la Finca el Pegón, marzo – mayo 2014.

Luminosidad	Tipo de corte	Cormos iniciales	Total de NB	IB	DT
Presencia de luz	Corte espiral	9	120	13	43.26
	Corte transversal	9	111	12	44.57
Ausencia de luz	Corte espiral	9	68	8	40.8
	Corte transversal	9	79	9	41.9
Total	Corte espiral	18	188	10	42.02
	Corte transversal	18	190	10	43.23
	Media	18	189	10	42.62

6.4. Días a Trasplante

Cuadro 2, demuestra valores medios de DT por tratamiento de luminosidad y corte. En la cámara de presencia de luz, el corte espiral y transversal obtuvo medias DT de 43.26 y 44.57; en cámara de ausencia de luz, el corte en espiral y transversal mostraron medias de DT de 40.8 y 41.9. La media total de DT fue de 42.62. No hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre las medias de DT de todos los tratamientos. La media DT del presente estudio fue menor a las reportadas por Serna y Zamorano (2009) en FHIA-21 (83 a 87 DT). Estos autores al igual que en el presente estudio no encontraron diferencias significativas en los tratamientos de incisión del corte.

La marcada diferencia de valores de DT entre el presente estudio, comparado con Serna y Zamorano (2009) fue que las yemas estaban menos desarrolladas por el peso inadecuado de los cormos (Martínez, Tremont & Hernández, 2004). Álvarez et al (2013) reportaron una media de 18 DT en la variedad Domínico hartón enano (AAB). La diferencia de la media de DT obedece a que las condiciones de la cámara térmica de Álvarez et al. (2013) eran automatizadas y se contaba con luz nocturna, permitiendo que se llevara a cabo la fotosíntesis en la noche, tal como se hace en los procedimientos de micropropagación in vitro, por lo tanto no presentaron diferencias significativas en el presente estudio.

VII CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento con mejores resultados es el corte en espiral en presencia y ausencia de luz donde presento medias de NB de 13.33 y 7.55, por lo tanto estos valores presentaron diferencias significativas ($t=10.90$; $P<0.001$; $\alpha=0.05$).
- ✓ El corte transversal en presencia y ausencia de luz mostro medias de NB de 12.33 y 8.77. No reportaron diferencias significativas ($P>0.05$).
- ✓ El tratamiento de presencia de luz y corte espiral y transversal reportaron una media de DT de 43.26, y 44.57; en cámara de ausencia de luz y corte espiral y transversal se demostró medias de DT de 41.9 y 42.62. No se encontró diferencias significativas entre los valores DT ($P>0.05$).

VIII RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar la macropropagación en cámara con presencia de luz, ya sea con el corte espiral o transversal.
- ✓ Se recomienda que al momento de decidir multiplicar con el método del corte en espiral en presencia de luz, se realicen buena selección del corno con peso promedio de 2 kg.

IX BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Maradiaga, M.; Reyes Castro, G & Acuña Pérez, M. (2004). Métodos alternativos de propagación de semillas agámicas de plátano (*Musa spp.*). Guía técnica N° 1, Universidad Nacional Agraria. URL: [http://WWW.una.edu.ni/Texto/nf02 a 283 m. pdf](http://WWW.una.edu.ni/Texto/nf02_a_283_m.pdf) [accedido: 10- 08-02].
- Aguilar, M.; Reyes, G & Acuña, P. (2004). Métodos alternativos de propagación de semillas agámicas de plátano (*Musa spp.*). Guía técnica N° 1, Universidad Nacional Agraria. URL: [http://WWW.una.edu.ni/Texto/nf02 a 283 m. pdf](http://WWW.una.edu.ni/Texto/nf02_a_283_m.pdf) [accedido: 10-08-02].
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodríguez, D., González, S., & Pantoja, A. (2013). Producción de material de ‘siembra’ limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- APLARI (2013). II Congreso de plátano. Bioersivity International. Nicaragua. 25pp.
- Banerjee, N., & de Langhe, E. (1985). A tissue culture technique for rapid clonal propagation and storage under minimal growth conditions of *Musa* (banana and plantain). *Plant cell reports*, 4(6), 351-354.
- Belalcazar Carvajal, S., Rosales, F., Pocasangre Enamorado, L., & Turner, D. (2003). *Desarrollo y formación de las raíces de plátano (# Musa# AAB Simmonds)*. Paper presented at the International Symposium, San José (CRI), 2003/11/03-05.
- Belalcázar, S. (1994). El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica Número 50. *INIBAP. Colombia*.
- Bakelana, K. (2005). Participation of farmers in the evaluation and dissemination of improved banana cultivars in Bas-Congo Province, DRC. Results of the first three years of activity. *Musafrica*, 16, 11-13.
- Blanco, J. (2013). Uso de aislamientos de *Trichoderma spp.*, para el control biológico de la enfermedad Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum f.sp cubense*) raza 1 en vitroplántulas de banano del cultivar Gros Michael (AAA) y FHIA 17 (AAAA) en condiciones de invernadero. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León).

- Carcache, M. & Blanco, F. (2007). Análisis multisectorial para identificar brechas tecnológicas y retos para el desarrollo del sector musáceo en Nicaragua. Programa CATIE. Nicaragua. 92p.
- Castellón, J. (2009). Estudio de poblaciones de fitonematodos, nematodos de vida libre, hongos endófito y su relación con propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo de plátano en Rivas – Nicaragua. CATIE. Turrialba – Costa Rica.
- Chavarría Castillo, D. & López Montenegro, G. J. (2010). Micropropagación de ápices caulinares en plátano (*Musa spp.* AAB) cultivar Cuerno Gigante. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Dávila, I; Pastora, R. & Dens, K. 2000. Cultivo in vitro para la propagación y conservación de germoplasma de *musa ssp.* UNAN. León – Nicaragua. 57 pp.
- De Las Rivas, J. (2000). La luz y el aparato fotosintético. In J. Azcón-Bieto & M. Talón (Eds.), *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 131-154). Barcelona: McGraw-Hill Interamericana Edición de la Universidad de Barcelona.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (2006). Base de Datos Agrícolas: FAOSTAT. Consultado 31 Oct. 2008. Recuperado de <http://faostat.fao.org/site/343/DesktopDefault.aspx?PageID=343>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (s.f.). “Macropropagación.” En Glosario multilingüe sobre recursos genéticos forestales.
- Filipia, R. (1989). Propagación intensiva de plátano vianda y fruta. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Viandas Tropicales*, 10(2), 31-43.
- FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2010. Informe de seguimiento técnico anual del proyecto “Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos”. Período 2009–2010.16 p.
- INEC. (2008). *Censo Nacional Agropecuario 2008*. Managua: INEC.
- INIDE. (2013). *Censo Nacional Agropecuario 2013*. Departamento de León y sus municipios Managua: INIDE.
- García Salazar, J. (2012). Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua. (Tesis Maestría). CATIE, Turrialba, CR.

- Gutiérrez, J. & Reyes, G. (1996). Micropropagación in vitro del clon banano (*Musa sp*) Enano ecuatoriano (AAA). UNA. Managua, Nicaragua. 68 pp.
- IICA. (2004). Cadena agroindustrial del plátano. IICA, Managua, Nicaragua. 57p.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* (2 ed.). San José, C.R.: IICA.
- Martínez, G, Tremont, O. & Hernández, J. (2004). Manual técnico para la propagación de musáceas. Revista Digital del Centro Nacional de Investigación Agropecuarias de Venezuela. Recuperado de:
<http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm>
- MIDINRA-IICA. (1983). *El Plátano*. Managua, Nicaragua: IICA.
- Muller, L., & Sandoval, J. (1986). *In vitro germplasm conservation of musa ssp*. Paper presented at the I International Congress Plant Tissue and Cell Culture, Minneapolis, US.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15: 473–497.
- Reyes Castro, G., Rivers Carcache, E., Corea Narváez, H., García Loáisiga, R., (2009). Experiencias de las aplicación comercial de la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) en plátano en Rivas y Nandaimé. *La Calera*, 9 (13), 50-54
- Rosales FE, Álvarez JM y Vargas A. 2008. Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades. Experiencias de América Latina y El Caribe (FE Rosales, ed.). Bioversity International, Montpellier, Francia. 24 p.
- Serna, J. A., & Zamorano, C. (2009). Respuesta de Proliferación de Híbrido de Plátano FHIA-21 (*Musa AAAB*) Mediante la Técnica PIF. *Temas agrarios*, 14(1), 24-31. Simmonds, W. 1962. *The evolution of bananas*. Longmans, London. 170 p.
- Simmonds, N. W. (1973). *Los plátanos*. Barcelona: Editorial Blume.
- Soto, M. (1985). *Bananos: Cultivos y Comercialización*. San José, C. R.: Litografía e Imprenta LIL. S. A.
- Stover, R. H., & Simmonds, N. W. (1987). *Bananas* (3 ed.). Harlow, UK: Longman Scientific & Technical.
- Villalobos, A. (1985). Las bases morfogénicas en la micropropagación de especies perennes. In M. Robert & V. M. Loyola (Eds.), *El cultivo de tejidos vegetales en México* (1 ed., pp. 55-66). México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Vázquez Bacall, E., & Torrez Garcia, S. (1981). *Fisiología Vegetal*. La Habana: Pueblo y

Educacion.

Vázquez Yanes, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M. E., & Cervantes, V. (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemas* (1 ed.). México, D.F: Fondo

X ANEXOS

Anexo 1. Hoja de recopilación de datos en cámaras de ausencia y presencia de luz

TIPO DE CORTE	NUMERO DE BROTES	TEMPERATURA	HUMEDAD	DT
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				
Corte trasversal (CT)				
Corte espiral (CE)				

Anexo 2. Cámaras de crecimiento en ausencia y presencia de luz y tipos de cortes realizados, Finca El Pegon de la UNAN – León, marzo – mayo del 2014.



a) Cámara en presencia de luz



b) Cámara en ausencia de luz



c) Corte trasversal (CT)



d) Corte en espiral (CE)

Anexo 3. Pruebas de muestras independientes entre tratamientos

Cuadro 3. Resultados de la prueba de muestras independientes entre tipo de corte, luminosidad, luminosidad dentro de espiral, luminosidad dentro de transversal, tipo de corte dentro de presencia de luz y tipo de corte dentro de ausencia de luz.

Grupos		Prueba para la igualdad de las varianzas de Levene		Prueba de t para la igualdad de las medias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (2-colas)	Diferencia media	Error estándar de la diferencia	95% Intervalo de confianza de la diferencia	
									Inf.	Sup.
Tipo de Corte	Varianzas iguales asumidas	.44	.514	4.89	34.00	.000	4.67	.95	2.73	6.61
	Varianzas iguales no asumidas			4.89	28.54	.000	4.67	.95	2.71	6.62
Luminosidad	Varianzas iguales asumidas	.17	.681	-.09	34.00	.929	-.11	1.25	-2.64	2.42
	Varianzas iguales no asumidas			-.09	31.49	.929	-.11	1.25	-2.65	2.43
Espiral	Varianzas iguales asumidas	.27	.612	10.90	16.00	.000	5.78	.53	4.65	6.90
	Varianzas iguales no asumidas			10.90	15.33	.000	5.78	.53	4.65	6.91
Transversal	Varianzas iguales asumidas	.61	.448	1.92	16.00	.073	3.56	1.85	-.38	7.49
	Varianzas iguales no asumidas			1.92	13.14	.077	3.56	1.85	-.45	7.56
Presencia de luz	Varianzas iguales asumidas	2.57	.129	.99	16.00	.339	1.00	1.01	-1.15	3.15
	Varianzas iguales no asumidas			.99	9.91	.347	1.00	1.01	-1.26	3.26
Ausencia de luz	Varianzas iguales asumidas	2.81	.113	-.75	16.00	.467	-1.22	1.64	-4.70	2.26
	Varianzas iguales no asumidas			-.75	9.07	.475	-1.22	1.64	-4.93	2.48

Anexo 4. Promedio de variables climáticas en el departamento de León- Nicaragua
Según CENAGRO-INIDE, (2013):

Variables	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura (°C)	25	39	30
Humedad (%)	27	69	35
Precipitación (mm)	0	200	1200
Velocidad del viento (m/s²)	7.5	2.1	23