



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN

Monografía

Multiplicación acelerada de *Musa spp.*, con diferentes sustratos, Siuna. 2009.

Para optar al título de: Ingeniero Agroforestal

Autores: Br. José Manuel Marín Bent.
Bra. Mildred Gutiérrez González.

Tutor: MSc. Jamill Esteban Castillo Martínez.

Siuna, 2009

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE
NICARAGÜENSE
URACCAN

Monografía

**Multiplicación acelerada de *Musa spp.*, con
diferentes sustratos, Siuna. 2009.**

Para optar al título de: Ingeniero Agroforestal

Autores: Br. José Manuel Marín Bent.
Bra. Mildred Gutiérrez González.

Tutor: MSc. Jamill Esteban Castillo Martínez.

Siuna, 2009

Dedico este trabajo monográfico a toda mi familia, en especial a mis padres Adelayda González López y Yamil Gutiérrez Cuernavaca, quien con mucho esfuerzo, amor y paciencia han sabido guiarme por el buen camino.

A mis hermanos adorados Xiomara Gutiérrez y Luis Montiel por todo el cariño y el apoyo incondicional que siempre me brindaron.

A mis sobrinas queridas Heleny Montserrat y Liliam Virginia Montiel Palacios por ser la luz y la alegría de nuestro hogar.

Mildred Gutiérrez González.

Dedico este trabajo a mi madre Beatriz Bent Siles, quien luchó con mucho sacrificio y anhelo de saber que algún día yo sería un profesional.

A mis hermanos Yader Esmir y Jorge Luis Herrera Bent, que de una manera u otra me apoyaron para poder culminar mi carrera y para ser ejemplo de educación y que ellos sean hombres de provecho.

A mi abuela María Inés Castellón García (Q.E.P.D.) ya que ella siempre me brindo apoyo moral y me condujo siempre por el buen camino.

José Manuel Marín Bent.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios todo poderoso por habernos obsequiado la salud, fuerzas y capacidades para finalizar este trabajo monográfico.

A nuestros padres por la confianza, el apoyo económico y moral que nos dieron durante el largo trayecto de nuestros estudios.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Agroforestal por contribuir en nuestra formación profesional.

Al personal del Centro de Investigación Socio Ambiental CISA por facilitarnos recursos y equipo necesarios para la elaboración de este trabajo monográfico.

A los Ing. Agroforestal Msc. Jamill Castillo y Oscar Montalván por todo el apoyo que nos brindaron desde el inicio de nuestro trabajo.

A la Lic. Sorayda Herrera Siles, Lic. Blanca Centeno Castellón y al Ing. Luis Herrera Siles por ayudarnos en los momentos que más los necesitábamos.

Al Ing. Agrónomo Msc. Guillermo Reyes Castro por la asesoría brindada para la elaboración de nuestro trabajo monográfico.

Mildred Gutiérrez González y

José Manuel Marín Bent.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE GRAFICOS , CUADRO Y ANEXOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRAC.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos:	4
III. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Generalidades	5
3.1.1. Diseño de bloque completamente al azar (D.B.C.A.).....	7
3.1.2. Análisis de varianza	8
3.1.3. Prueba L.S.D. (Diferencia Mínima Significativa) de Fisher.....	8
3.1.4. Técnica de reproducción acelerada de semilla	9
3.2. Índice de brotación.....	11
3.2.1. Inducción plátano utilizando Arena como sustrato.....	15
3.2.2. Inducción plátano utilizando Tierra como sustrato.....	16
3.2.3. Inducción plátano utilizando cascarilla de arroz como sustrato.....	17
3.2.4. Abonos orgánicos utilizados en la propagación de musáceas.....	18
3.3. Crecimiento y desarrollo del plátano en almácigo.....	20
3.4. Sobrevivencia del plátano en vivero.	23
3.5. Rentabilidad de la reproducción de plátano.....	25
3.5.1. Rentabilidad.....	25
3.5.2. Ganancia neta.....	25
3.5.3. Relación beneficio costo.	25
3.5.4. Ingresos totales.....	26
3.5.6. Costos de producción.	26

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
4.1. Ubicación del área de estudio.....	27
4.2. Tipo de estudio.	27
4.3. Los tratamientos.	27
4.4. Universo.....	28
4.5. Marco Muestral.	28
4.6. Muestra.....	28
4.7. Unidad de análisis.....	28
4.8. Variables en la etapa de semillero.....	29
4.9. Variables en la etapa de vivero.....	29
4.10. Variables en la rentabilidad de la producción.	29
4.11. Criterios de selección y exclusión.....	29
4.12. Fuente y obtención de datos.....	30
4.13. Técnicas e instrumentos.....	30
4.14. Etapas del estudio.....	30
4.14.1. Primera etapa: Trabajo de campo:.....	30
4.14.2. Segunda etapa: Levantamiento de datos.....	33
4.14.3. Tercera etapa del estudio: Procesamiento y análisis de datos.....	34
V. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
VI. HIPÓTESIS.....	37
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
7.1. Índice de brotación.....	38
7.2. Crecimiento y desarrollo.....	42
7.2.1. Altura.....	42
7.2.2. Diámetro.....	44
7.2.3. Número de hojas.....	46
7.3. Índice de sobrevivencia.....	48
7.4. Rentabilidad.....	50
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. RECOMENDACIONES.....	55
X. LISTA DE REFERENCIAS.....	56
XI. ANEXO.....	59

INDICE DE GRÁFICOS Y CUADROS

Gráfico 1. Índice de brotación, en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Gráfico 2. Altura promedio de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009

Gráfico 3. Diámetro promedio de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009

Gráfico 4. Número de hojas promedio de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Gráfico 5. Índice de sobrevivencia de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Cuadro 1. Rentabilidad de la producción de semilla de *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño del experimento

Anexo 2. Ubicación del diseño experimental

Anexo 3. Formato para la recolección de la información

Anexo 4. Análisis de varianza. Índice de brotación

Anexo 5. Análisis de varianza. Altura

Anexo 6. Análisis de varianza. Diámetro

Anexo 7. Análisis de varianza. Número de Hojas

Anexo 8. Análisis de la varianza. Índice de sobrevivencia

Anexo 9. Fotos proceso de la producción semilla de *musa spp*

Anexo 10. Fotos Proceso de producción de semilla de *musa spp*

RESUMEN

La utilización de la técnica de reproducción acelerada de semilla, como método de reproducción en el establecimiento de musáceas, incrementa la cantidad de material obtenido del cormo inicial, también mantiene invariables las características del progenitor en los descendientes, disminuye la diseminación de plagas y enfermedades, rejuvenece el material de siembra, homogeniza las plantaciones y garantiza una mayor rapidez en el desarrollo de las plántulas.

Esta investigación se realizó con la finalidad de evaluar la técnica de reproducción acelerada de semilla de plátano de variedad gigante, mediante tres sustratos diferentes (tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río), se realizó a través de un diseño de bloque completamente al azar, con tres réplicas, en la unidad de producción del señor Felipe Marín ubicada el Barrio Dolores Marín, municipio de Siuna, R.A.A.N.

Las variables evaluadas fueron; el índice de brotación, altura, diámetro y número de hojas de los cormelos en la etapa de semillero, el índice de sobrevivencia en la etapa de vivero y la rentabilidad de la producción para los tres tratamientos.

El tratamiento que tuvo mejores resultados en el índice de brotación fue la tierra negra con 342 brotes, seguido por el tratamiento cascarilla de arroz con 313 brotes y el tratamiento arena de río con 254 brotes en un período de 60 días.

Para la variable de crecimiento y desarrollo el que obtuvo mejores resultados fue el tratamiento cascarilla de arroz, seguido por el tratamiento tierra negra y el tratamiento arena de río. Respecto al índice de sobrevivencia de los brotes el tratamiento cascarilla de arroz fue el que presentó la menor cantidad de hijos muertos.

El tratamiento cascarilla de arroz fue el que presentó mayor rentabilidad en la producción de semilla de plátano con el 65%,

lo que significa que por cada córdoba invertido se obtiene una ganancia de C\$ 1.65.

Estadísticamente existen diferencias significativas al 5% entre los sustratos evaluados en esta investigación.

ABSTRACT

Using the technique of seed breeding ground as a method of reproduction in Musa setting increases the amount of material obtained from the initial corm, also keeps unchanged the characteristics of the parent in the offspring, decreases the spread of pests and diseases rejuvenates the plant material, homogenized plantations and ensures faster development of seedlings.

This research aims at assessing the rapid reproduction technique seed giant banana variety, using three different substrates (black earth, rice husk and river sand), which was conducted through a block design completely random, with three reply in the production unit located Mr. Felipe Marín in Marín Dolores Quarter in the town of Siuna, R.A.A.N.

The variables evaluated were sprouting index, height, diameter and leaf number of outbreaks in the nursery stage, the survival rate in the nursery stage and profitability of production for the three treatments.

The treatment had better results in the sprouting index was the black earth with 342 outbreaks, followed by treatment with 313 rice hull outbreaks and treatment of river sand with 254 outbreaks in a period of 60 days.

For the variable of growth and development that performed better was the treatment of rice husk, followed by treatment and treatment topsoil sand. Regarding the survival rate of outbreaks treatment of rice husk was the one with the least amount of dead corm.

Treatment of rice husk was the one who had higher profitability in the production of plantain seed with 65%, which means that for every inverted cordoba a profit of C \$ 1.65.

Statistically significant differences at 5% between the substrates evaluated in this research.

I. INTRODUCCIÓN

Las musáceas tienen su origen en la zona Indo malaya en el sudeste Asiático. Comprenden unas 70 sp., estrictamente tropicales, pero ampliamente distribuidas y cultivadas en el trópico y sub trópico del planeta.

En Nicaragua este cultivo se introdujo recientemente en los años 1950 y en las regiones Autónomas el plátano se introdujo después de la explotación minera y maderable, siendo uno de los cultivos más sembrados, puesto a que es de mucha importancia para los habitantes, debido a que el 90% de la producción total es usada como alimento para consumo doméstico.

En los últimos años la siembra de este cultivo se ha incrementado a nivel nacional, ya que la producción es utilizada como alimento para consumo doméstico, además, constituye un rubro importante para la economía del país, por ser un producto de exportación, sin embargo, la utilización de semilla de calidad a gran escala es limitada lo que dificulta que se incremente la producción.

Esto se debe a que este cultivo no produce semillas viables y solo es posible su reproducción y perpetuación a través de la propagación vegetativa o asexual (plantas agámicas), por lo tanto 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.

La mayor parte de los productores utilizan semilla de plátano proveniente del deshije, por lo que no representa un incremento significativo en costo de producción y por ser lo más práctico y sencillo a nivel de campo. Sin embargo, existe una alta probabilidad de diseminación de

plagas u otros agentes dañinos que pueden perjudicar la calidad de la semilla por no seleccionarla ni manejarla con todas las normativas técnicas que exige este cultivo, ocasionando problemas fitosanitario que disminuyen en gran manera la rentabilidad del cultivo. Entre los patógeno que comúnmente se propagan en las plantaciones están el picudo negro del plátano (*cosmopolitas Sordidus*) y el nematodo pulgón (*Rhadopholus Símiles*).

Es por ello que la presente investigación, tiene como finalidad la evaluación de la técnica de reproducción acelerada de semilla de plátano en cormos seleccionados, utilizando tres tratamientos diferentes (tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río), como sustrato nutritivo y sostén, aplicando sustancias húmicas, con el fin de obtener plantas vigorosas de tamaño uniforme y excelente calidad aumentando las posibilidades de lograr el establecimiento de plantaciones homogéneas y altamente productivas.

La metodología utilizada fue a través de un diseño de bloque completamente aleatorio con tres tratamientos, en donde se midieron variables de producción, crecimiento y desarrollo en los semilleros, sobrevivencia en viveros y la rentabilidad de la producción.

Esta investigación, le servirá a la universidad como una herramienta base para nuevas investigaciones en la reproducción de semillas de plátano, también servirá como material de apoyo a docentes, estudiantes e investigadores de diferentes instituciones que están inmersos en el proceso de mejoramiento de los diferentes componentes agropecuarios del municipio y de la región, además se busca suministrar al pequeño y mediano productor conocimientos sencillos y prácticos sobre el uso y obtención de semillas agámicas de buena calidad, las que presentaran mejor desarrollo vegetativo, mayores

rendimientos productivos de la plantación, homogenización de las plantaciones y un incremento económico aceptable.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

- Evaluar la multiplicación de *Musa spp.*, mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla en los sustratos de tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río.

2.2. Objetivos específicos:

- Determinar el índice de brotación del cultivar plátano gigante por cada sustrato.
- Valorar el crecimiento y desarrollo del cultivar plátano gigante en la etapa de almácigo.
- Evaluar el índice de sobrevivencia del cultivar de plátano gigante en la etapa de vivero.
- Cuantificar rentabilidad de la reproducción del cultivar plátano gigante.

III. MARCO TEÓRICO.

3.1. Generalidades

Tradicionalmente, la propagación de las musáceas (*Musa spp.*) obedece solo a métodos asexuales, a partir de proporciones vegetativas que contienen yemas con capacidad de regeneración. La propagación asexual garantiza que las características específicas de una planta dada sean perpetuadas uniformemente de una generación a otra **(Aguilar, Reyes y Acuña, 2004, p. 5)**.

Esto se debe a que este cultivo no produce semillas viables y solo es posible su reproducción y perpetuación a través de la propagación vegetativa o asexual (plantas agámicas) por lo tanto las semillas utilizadas para la siembra corresponden a la parte vegetativa denominada retoños, cormos o hijos, que una vez separadas de la planta madre pueden realizar su ciclo de crecimiento, reproducción y producción **(Gutiérrez, Marín, Cordero, Castillo y Montalván, 2007, p. 2)**.

Además, la utilización del plátano y banano como alimento ha ido incrementando su valor, lo que ha implicado la necesidad de mejorar sus rendimientos, calidad y fomentar su rápida multiplicación mediante la generación y mejoramiento de tecnologías, lamentablemente la aplicación de biotecnologías para el mejoramiento de la agricultura se ha visto limitada por los altos costos de esta y por la falta de interés de los productores agropecuarios ante la posibilidad de usar la biotecnología como una herramienta para aumentar los niveles de producción **(Colmenares y Giménez, 2004, p. 4)**.

Los productores utilizan semilla de plátano proveniente del deshije porque esto no representa ningún incremento

significativo en los costos de producción, además es lo más práctico y sencillo a nivel de campo, sin embargo a largo plazo las plantaciones presentan problemas fitosanitarios que disminuyen la rentabilidad de este cultivo **(Gutiérrez et al. Op. Cit, p.3)**.

La propagación de plátano por métodos convencionales favorece la diseminación y establecimiento de plagas que reducen la producción, de igual manera resulta un inconveniente al momento de renovar o extender el área de cultivo de plátano, debido a que la semilla disponible para la siembra es escasa y de diferente calidad **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 5)**.

Pese a que existen varias técnicas de multiplicación natural o tradicional en plantas de la familia musáceas, la más utilizada por la mayoría de los agricultores, es la convencional, la cual tiene el inconveniente de que no se obtienen los hijos cuando se desea ni en la cantidad a utilizar, por el uso frecuente de semillas que varían de peso, tamaño y poca pureza varietal, ocasionando plantas heterogéneas con bajos rendimientos por área **(Serna y Zamorano, 2009, p. 2)**.

Cabe mencionar que el potencial de multiplicación masiva de material genético en plantaciones de plátano es muy alto, sin embargo solo se aprovecha un mínimo de 5 a 10 yemas, por tal razón, se ha desarrollado un sinnúmero de técnicas para la reproducción acelerada de semilla, como una alternativa para la producción sana de semilla **(Coto, 2009, p. 1)**.

3.1.1. Diseño de bloque completamente al azar (D.B.C.A.)

Son conjuntos de unidades experimentales dispuestas o seleccionadas con anterioridad a la asignación de tratamiento - control local- de tal manera que la variabilidad existente es minimizada dentro de los bloques y es maximizada entre los mismos. Los tratamientos se asignan aleatoriamente el mismo número de veces, usualmente una vez a las unidades experimentales dentro de un bloque **(Rodríguez, 2000, p. 55)**.

Se utiliza para realizar tratamientos aleatorios en unidades experimentales en bloques o repeticiones con el objetivo de evitar confusiones con las repeticiones del diseño completamente aleatorio y mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible, maximizando las diferencias entre bloques **(Ibíd.)**.

Su importancia radica en que es más eficiente ya que se minimiza el error experimental y se puede utilizar en grupos de animales y en sembradíos, además se pueden realizar diseños en pendientes minimizando los errores en el experimento **(Ibíd.)**.

3.1.2. Análisis de varianza

Es un procedimiento que permite probar hipótesis referidas a los parámetros de posición de dos o más distribuciones. La hipótesis que se somete a prueba generalmente se establece con respecto a las medias de las poblaciones en estudio o de cada uno de los tratamientos evaluados en un experimento $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$ con $i=1, \dots, a$.

Además, permite descomponer la variabilidad total en la muestra en componentes asociados, cada uno a una fuente de variación reconocida.

En experimentos con fines comparativos, usualmente se realiza la aplicación de varios tratamientos a un conjunto de unidades experimentales para valorar y comparar las respuestas obtenidas bajo cada tratamiento. En este caso es deseable administrar eficientemente los recursos que permiten incrementar la precisión de las estimaciones de las respuestas promedio de tratamientos y las comparaciones entre ellas (**Infostat, 2002**).

3.1.3. Prueba L.S.D. (Diferencia Mínima Significativa) de Fisher.

Compara las diferencias observadas entre cada par de promedios muestrales con el valor crítico correspondiente a la prueba T para dos muestras independientes. Cuando se trabaja con datos balanceados, esta prueba es equivalente a la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher, para toda comparación de medias de efectos principales. La prueba no ajusta el nivel de significación simultánea por lo cual la tasa de error por experimento puede ser mayor al nivel nominal, aumentando conforme aumenta el número de tratamientos a evaluar (**Ibíd.**).

3.1.4. Técnica de reproducción acelerada de semilla

En 2004, investigadores de la Universidad Nacional Agraria, desarrollaron la guía técnica métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa spp.*) que brinda información práctica y sencilla de la propagación de las musáceas. Esta técnica inicia con la selección de buenas plantas madres, el mondado de cormo, la extirpación de la yema principal eliminando la dominancia apical e inducir de esta manera la brotación de las yemas axilares. Los cormos son desinfectados y establecidos en el sustrato y las condiciones de luz, humedad y fertilidad que favorecen la brotación de yemas axilares, de las que se desarrollan nuevas plántulas, las cuales pueden ser trasplantadas inmediatamente al campo o endurecidas en bolsa para su posterior traslado al campo definitivo **(Aguilar et al. Op. Cit., p.3).**

Uno de los principales pasos para garantizar una buena semilla, es la selección de plantas élites en los cultivares, las cuales deben ser vigorosas, resistentes a plagas y enfermedades y deben ser altamente productivas. Una vez identificadas las plantas elites, se procede a seleccionar las plantas para obtener las cepas, los cormos de los hijos deben tener un diámetro mayor a 20 cm y un peso mínimo de 6 lbs. **(Gutiérrez et al. Op. Cit., p. 3).**

Se extraen los cormos de manera que no se les causen escoriaciones o heridas, se realiza el mondado que consiste en la limpieza del cormo para evitar que este pueda llevar huevos o larvas de pulgón u otras plagas de las musáceas, se elimina la yema apical para evitar que esta siga creciendo e inhiba la proliferación de nuevos brotes, luego se desinfectan los cormos con productos orgánicos de la unidad productiva, se realizan las

incisiones transversales en la parte superior de los cormos para inducir los nuevos brotes (**Ibíd.**).

Establece que en la TRAS no se realizan cortes ni separaciones de las yemas del cormo, si no que los cormos enteros se siembran en canteros previamente acondicionados para que sea más fácil la brotación de las yemas axilares. Para eliminar la dominancia apical se realiza un corte a un centímetro bajo la corona que une al cormo con el pseudotallo luego se hacen cortes con un cuchillo o machete sobre el corte apical (**Aguilar et al. Op. Cit., p. 5.**).

Esta metodología consiste en eliminar la dominancia apical, por lo que se considera la técnica más sencilla y de fácil adaptación por el productor para la producción masiva de cormos. Con el rompimiento de la dominancia apical, para la producción de semilla de plátano, se logra producir un promedio de 5 a 10 cormos por punto de siembra en un período de 8 a 9 meses, asumiendo que este resultado se puede obtener solamente con la aplicación de medidas fitosanitarias de selección y manejo de semilla (**Coto, Op. Cit., p.2.**).

Posteriormente se establecen los canteros de acuerdo al tamaño de los cormos, los cuales deben tener una profundidad de 30 cm, los cuales serán llenados con su respectivo sustrato desinfectado. Una vez los canteros y los cormos listos, se procede a la siembra. En un periodo de 30 días, cuando los cormelos han alcanzado entre 10 y 15 cm. Se realiza el primer corte de rebrotes, las siguientes cosechas se realizan con intervalos de 15 días, produciéndose un promedio de 16 a 24 yemas por cormo (**Gutiérrez et al. Op. Cit., p. 4.**).

El uso de la TRAS permite la reducción de las afectaciones causadas por plagas y enfermedades, aumenta la obtención de de plántulas a partir de poco

material de siembra y facilita la dispersión rápida de nuevos materiales de siembra **(Reyes, Rivers, Corea y Garcia, 2007, p. 2).**

El material vegetativo reproducido a través de ésta técnica estará libre de insectos, hongos y enfermedades causantes de daños mecánicos en los tejidos y se incrementa la cantidad de semilla obtenida del cormo inicial, entre 4 y 6 yemas por corte, se recupera la calidad genética, se obtiene una mayor uniformidad en la floración y cosecha y se reduce el período de emisión del racimo **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 5).**

3.2. Índice de brotación

En las especies, cuya propagación es asexual, como el plátano, se ha desarrollado diferentes técnicas de propagación para obtener semillas en volumen y calidad adecuada, por ejemplo con el potencial de brotación de los cormos de plátano se ha originado la puesta en práctica de diferentes metodologías, cuyo principio fundamental ha sido el inducir la brotación de yemas y acelerar el proceso de producción de material de siembra en altos volúmenes **(Serna y Zamorano, Op. Cit., p.4).**

La inducción de rebrotes obedece al método Hamilton Modificado o eliminación de pseudotallo, el cual consiste en la eliminación del pseudotallo, con un corte, a una altura de 1,5 m. con esta acción se elimina la dominancia apical y se origina una inducción en el número de yemas, para la proliferación de brotes múltiples en las yemas axilares localizadas en la base del rizoma y la inserción de las hojas del pseudotallo **(Aguas y Martinez, 2003, p. 4).**

Básicamente consiste en eliminar la dominancia apical por medio de la remoción de la planta madre, después de

ocurrido el proceso de diferenciación, productos de la acción que las auxinas ejercen en el crecimiento de órganos vegetales, estimulándolos a la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxinas en el tejido vegetal y su distribución. Con este sistema, se pueden obtener un promedio de 16 colinos tipo bandera por unidad productiva **(Ibíd.)**.

El índice de brotación, se calcula de la siguiente manera.

$IB = N^0 \text{ Plantas totales }_{(30 \text{ días})} / N^0 \text{ de cormos iniciales }_{(0 \text{ días})}$
(Alvard y Teisson, 1993, citado por Colmenares y Giménez, 2004, p.6).

La yema terminal de los plátanos, ejerce sobre las yemas axilares inferiores una dominancia, es decir inhibe su crecimiento, en un sentido más amplio, el eje central ejerce un control sobre el crecimiento de las yemas laterales inferiores, debido a que las yemas laterales están fisiológicamente activas o latentes y su desarrollo permite la emisión de los hijos y depende del tipo de clon a utilizar. El desarrollo de este está controlado por un conjunto de procesos fisiológicos que son reguladores del crecimiento capaces de inhibir la activación del desarrollo y crecimiento de estas yemas, mientras la yema apical está en crecimiento y cesa cuando inicia la cosecha o cuando la yema apical es destruida **(Ibíd.)**.

El tamaño de los cormos a utilizar deberá pesar aproximadamente 3.0 Kg, debe tenerse en cuenta que entre más grande sea el cormo mayor será el número de hijos emitidos, más vigorosos, las plantas tendrán mayor precocidad y racimo de buen tamaño, los cormos de plantas que ya florecieron son el mejor material vegetativo a utilizar ya que los hijos proceden de yemas laterales **(Ibíd.)**.

Este proceso, es una alternativa que aprovecha yemas o rebrotes, con potencial para reproducir una planta, con la eliminación de la yema apical, después de cosechar el racimo de la planta madre. En el cormo, los sitios de inducción de brotes continúan produciendo semilla, mientras se les dé un manejo adecuado **(Mora y Espinoza, 1971, p. 11)**.

El índice de brotación o índice de multiplicación en plátano, depende de varios factores, como lo son, el tipo de clon, las condiciones fisiológicas de los cormos, las condiciones climáticas, el tipo de fertilizante, pero sobre todo que las condiciones del medio material (sustrato) sean las más apropiadas, por ser donde se desarrollará el sistema radicular del cormo y las futuras yemas, es por ello que este debe ser adecuado para que el cormo pueda aprovechar mejor el agua y los fertilizantes utilizados, también, debe permitir soportar mejor las condiciones adversas del medio y resistir todo el estrés al que serán sometido los brotes durante la etapa de crecimiento y desarrollo **(Martinez, Tremont y Hernandez, 2004, p. 3)**.

Estudios realizados en URACCAN LAS MINAS, sobre producción agámica de semilla de plátano utilizando la técnica de reproducción acelerada de semilla, se multiplicaron cormos de 2 a 8 lbs. Donde se refleja que el índice de brotación en los cormos fue de 4 a 6 yemas en un período de 30 días. Proporcionando mayor rapidez en la cantidad de semilla obtenida a partir del cormo inicial, en comparación con los sistemas tradicionales **(Gutiérrez et al. Op. Cit., p. 5)**

La Universidad Nacional Agraria en investigaciones realizadas sobre propagación de musáceas utilizando la técnica de rebrote se produjo un promedio de 6 yemas por cormo inicial en 2 meses y medio, mientras que con la

técnica de reproducción acelerada de semilla obtuvo 6 yemas en 45 días, esto a causa de todo el cuidado que se debe tener en la selección, manejo y fertilización del cormo madre para la producción de nuevos brotes, utilizando cormos de 6 lbs., de peso en ambas técnicas **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 7)**

Mientras que en la experiencia comercial desarrollada en Rivas y Nandaime, se obtuvieron entre 2 a 3 yemas por cormo inicial en 30 días, aplicando la técnica de reproducción acelerada de semilla en cormos de 1 a 10 lbs. Asumiendo que el tipo de sustrato utilizado influyo sobre el índice de brotación de yemas en los cormos, además que los cortes se realizaron anticipadamente a la fecha establecida, la distancia de siembra fue menor entre cormos provocando una reducción drástica en el número de plantas debido a la competencia de humedad, nutrientes, luz y espacio para el desarrollo de los brotes **(Reyes et al. Op. Cit., p. 3)**

En Honduras, también se propagaron cormos de plátano de 0.6 lbs. de peso a través de la técnica PIF (plantas provenientes de fragmentos de cormos), donde a la utilización de material vegetal, cuyo desarrollo fisiológico no se había completado (40 cm) produjo como consecuencia la obtención de 15 brotes promedio por cormo inicial en un período de 60 días, utilizando tres profundidades de incisión **(Serna y Zamorano, Op. Cit., p.6).**

En cambio, en Colombia, las investigaciones realizadas sobre propagación de cormos de plátano de 0.6 lbs., de peso, utilizando la técnica Corpoica se obtuvo un promedio de 3 brotes por cormo inicial, en un período de 30 días, bajo varios ambientes (libre exposición, umbráculos, cobertura vegetal y cobertizo), se obtuvieron estos resultados por el tamaño de los colinos y el

ambiente en que se propagaron los cormos. **(Aránzazu, 2002, p. 4).**

3.2.1. Inducción plátano utilizando Arena como sustrato.

Estudios demuestran que la utilización de arena como sustrato para la inducción de yemas de plátano, ha permitido que el nivel de contaminación de agentes patógenos, plagas y semillas de malezas se reduzca considerablemente, además facilita la desinfección del sustrato, evita los daños en el sistema radicular y las fracciones durante la extracción de las plántulas, protege a los brotes de las quemaduras solares, aumenta la productividad de la siembra y extracción de plántulas y favorece la brotación de las yemas (6 yemas en 45 días) **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 3).**

En el estudio realizado por la universidad URACCAN LAS MINAS sobre la técnica de reproducción acelerada de semilla en musa sp. Se obtuvieron 4-6 yemas por cormo inicial en 30 días, afirmando que los resultados obtenidos fueron causa del alto nivel de lixiviación en el abono líquido y la poca retención de humedad del sustrato, por lo que se requirió de un riego más frecuente y se incrementaron los costos por la mano de obra **(Gutiérrez et al. Op. Cit., p. 7).**

En investigaciones realizadas por la Universidad Nacional Agraria sobre la propagación de musáceas utilizando técnicas de reproducción acelerada de semilla se obtuvieron 6 yemas por cormo inicial en 45 días, utilizando sustratos de arena, afirmando que los resultados fueron causa de la adecuada selección, manejo y fertilización del material genético, para la producción de nuevos brotes **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 7).**

En la experiencia comercial realizada en Rivas y Nandaime, también se utilizó arena como sustrato en los canteros para la producción de yemas, en la cual se produjeron 2 a 3 yemas por cormo inicial en 30 días, la brotación de yemas fue a los 15 dds y la emisión de raíces fue a los 8 dds, afirmando que la arena como sustrato influyó en la brotación por ser un sustrato formada con restos orgánicos y minerales procedentes de la erosión y sedimentación **(Reyes et al. Op. Cit., p. 3).**

Mientras que en el estudio realizado en Honduras sobre la proliferación de cormos del híbrido plátano FHIA 21, mediante la técnica PIF, se produjeron 15 brotes en 60 días utilizando arena como sustrato, afirmando que la arena favoreció la aireación y oxigenación del suelo, lo que contribuyó a la emisión rápida para la emisión de raíces y brotes **(Serna y Zamorano, Op. Cit., p.7).**

3.2.2. Inducción plátano utilizando Tierra como sustrato.

La reproducción de semilla de plátano requiere de un sustrato que posea una textura media y con buen drenaje, además, debe de tener determinados requisitos físico químicos indispensables para que el rebrote se produzca con facilidad y su crecimiento sea normal, es por ello que el suelo no debe ser pesado, debido a que el cormo puede podrirse por estar en contacto continuo con el agua, además de que esta situación dificulta el desarrollo de las raíces, la extracción de los nutrimentos, el intercambio de gases, la actividad microbiana y el equilibrio entre los agentes químicos y biológicos, dicha condición puede ocasionar problemas futuros como el enanismo en las plantas, racimos pequeños, amarillamiento y Arrepollamiento prematuro de hojas, desarrollo lento y el poco rebrote de hijos **(Fernandez, 1998, p. 2).**

La tierra negra es uno de los sustratos que posee las propiedades básicas para la reproducción agámica de plátano con mayor facilidad, por ser un tipo de suelo oscuro y fértil (latosol) que resulta de la modificación edafológica, química y mineral de suelos preexistentes, por factores físicos, químicos y biológicos, el cual tiene proporciones de humus, arena y arcilla de manera equilibrada, por ello su fertilidad y facilidad a la descomposición de materia orgánica, así como su gran capacidad de retener nutrientes y agua. **(Cervelli, 2009, p. 5).**

Además, la tierra negra se obtiene de la primera capa del suelo, denominada en edafología horizonte A, el cual es de mineral oscurecido, formado por la incorporación de materia orgánica bien descompuesta y distribuida como partículas finas, constituyendo lo que se llama humus, o sea, una alta carga de nutrientes y minerales (nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio) y las mejores características físicas (aireación, porosidad, textura y estructura), también se caracteriza por mantener la micro y macro fauna en equilibrio, bajo niveles de salinización alta capacidad de intercambio catiónico, mantiene la circulación del agua y el aire por su estructura física, existe equilibrio entre las propiedades físicas y químicas. **(Ibíd.).**

3.2.3. Inducción plátano utilizando cascarilla de arroz como sustrato.

En la guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano se establece que el sustrato o medio material, bajo el cual los cormos de plátano se desarrollan puede afectar positiva o negativamente el crecimiento y desarrollo de las plántulas, debido a que

este es el principal encargado de estimular el enraizamiento de los cormos y el brote vegetativo **(Coto, Op. Cit., p.2).**

La cascarilla de arroz como medio material de reproducción, es un sustrato orgánico de fácil disponibilidad, consistente en calidad, resistente a la descomposición, se mezcla muy bien con otros componentes, de lenta descomposición y es ligero en su peso, lo cual provee un buen drenaje y aireación, es por ello que es el más apto para ser utilizado como un sustrato hidropónico. (Cultivo sin tierra) y como el mejor medio para el anclaje de las plantas **(Valverde, Bienvenido y Monteagudo , 2007, p. 3).**

Además, este debe de permitir un máximo crecimiento y desarrollo radicular, lo cual permitirá obtener una planta vigorosa. Otra característica importante es que químicamente es inerte, es decir, que no reacciona con la solución nutritiva, de lo contrario podría afectar la disponibilidad de los nutrientes y minerales o provocar toxicidad. **(Ibíd.).**

3.2.4. Abonos orgánicos utilizados en la propagación de musáceas.

En la actualidad, la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas viables, sostenibles, de bajo costo y riesgo ambiental, los cuales adquieren importancia relevante sobre todo en suelos degradados por manejos inadecuados y con baja capacidad de retención de nutrientes, para mejorar las diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido este tipo de abono juega un papel fundamental. **(Martínez et al. Op. Cit., p. 5).**

La acción de diversos mecanismos relacionados con la materia orgánica donde los microorganismos existentes contribuyen con la mineralización e inmovilización de nutrimentos, pueden estar relacionados con múltiples procesos biológicos en los cuales interactúan paralelamente raíces y compuestos del suelo, dando origen a minerales en forma disponible para las plantas. Esto, refleja la gran importancia de estos procesos y la presencia de los microorganismos en el suelo, por lo tanto el incremento de la cantidad y actividad de los mismos, está en relación directa con la incorporación de compuestos orgánicos al suelo. **(Ibíd.)**.

En un estudio realizado en Maracay, Venezuela, sobre la utilización de abonos orgánicos con base húmica, como una herramienta para la propagación agámica de musáceas, indica que se obtuvieron mejores resultados en la producción de hijos, en menor tiempo y mayor cantidad, en comparación con el testigo, además de presentar los mejores resultados en altura, emisión foliar y vigor de los rebrotes, afirmando que este abono es capaz de acelerar la tasa de crecimiento y desarrollo de yemas activas o posiblemente en estado de latencia, también puede actuar como fuente de nutrimentos en la activación de procesos fisiológicos que inducen a una brotación precoz y mayor crecimiento en los rebrotes. **(Ibíd.)**.

El modo de acción del humus se desconoce, pero sobre la base de los resultados obtenidos en dicho estudio, se puede inferir que los abonos orgánicos con bases húmica pueden inferir que no solo actúan como fuente de nutrientes, sino además es posible que tenga la capacidad de activar mecanismos fisiológicos que permitan la expresión del vigor de las plantas en su máxima expresión **(Ibíd.)**.

De igual manera, en el año 2006, con el fin de evaluar el efecto de la inmersión y riego líquido sobre el crecimiento de plántulas a partir de secciones de cormo con la utilización de vermicompost como abono orgánico, se produjeron resultados positivos, puesto que las secciones brotaron y produjeron hojas en menor tiempo, además presentaron tendencias a una mayor altura en comparación con el testigo afirmando que el abono utilizado favoreció el desarrollo de las plantas por ser ricos en auxinas, ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales estimulan los procesos biológicos de la planta, por lo que se les atribuye los efectos sobre las células vegetales, semejantes a los inducidos por las auxinas. Estas últimas, son importantes en la regulación de la elongación celular, la promoción e influencia en la embriogénesis y la actividad meristemática de las raíces **(Tremont, Mogollón y Martínez, 2006, p. 3).**

3.3. Crecimiento y desarrollo del plátano en almácigo.

Teniendo en cuenta el déficit por la semilla convencional de plátano y la gran demanda que se ha suscitado por ésta, se ha venido desarrollando la producción y el manejo certificado de semilla de plátano en semilleros como un aspecto del manejo integrado de este cultivo, para mejorar la calidad de la producción, reducir los costos de los insumos y el riesgo sanitario que conlleva al empleo de la semilla obtenida por métodos tradicionales **(Aránzazu, Op. Cit., p. 3).**

En el plátano, el crecimiento y desarrollo es regulado por hormonas vegetales, las cuales son sustancias que se sintetizan en un determinado lugar de la planta para la formación de protoplasma, que resulta en el aumento del

tejido y masa celular, sin embargo esta condición se ve influenciada por las condiciones y estímulos ambientales, inclusive es común que las necesidades del proceso de desarrollo no coincidan con las de crecimiento o viceversa **(Ibíd.)**.

La altura promedio registrada en los brotes obtenidos bajo la técnica de reproducción acelerada de semilla en *Musa sp.* Realizada por estudiantes de la universidad URACCAN estuvo en los 25.09 cm, el diámetro obtenido fue de 2.34 cm y el porcentaje de emisión foliar fue de 2.35, a los 30 días después de la siembra, como resultado de la utilización de medidas fitosanitarias en la selección, mondado, desinfección, siembra y riego de los cormos madres, además de la utilización de abonos orgánicos para la fertilización **(Gutiérrez et al. Op. Cit., p.19)**.

En el estudio realizado por la universidad Agraria, se obtuvieron brotes que alcanzaron a los 45 días después de la siembra 10-15 cm de altura, 2 cm de diámetro y 2 a 3 hojas emitidas, como consecuencia de las actividades agronómicas realizadas en el cantero, también de la utilización de un sustrato que no se aneguen y la construcción de un sombreadero que garantizo la protección de los brotes **(Aguilar et al. Op. Cit., p. 7)**.

El crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos a través de la técnica de reproducción acelerada en la experiencia comercial en Rivas y Nandaime, se empezaron a observar a los 8 días después de la siembra, ya que se inició con la emisión de las raíces y la brotación de yemas ocurrió a los 15 días después de la siembra, las plantas cosechadas tuvieron un promedio de 24.58 cm de altura, 2.50 cm de diámetro, 2.51 hojas y 3.57 lbs., de raíces aproximadamente, indicando que por la urgencia de producir una mayor cantidad de brote en un período de tiempo más corto decidieron sembrar mas

cormos por cantero y adelantar la fecha de corte, sumado a que no se realizó una adecuada selección del cormo madre, el manejo traslado y almacenamiento del material de siembra fue incorrecto y la extracción o repique de los cormos se realizó de forma incorrecta **(Reyes et al. Op. Cit., p. 5).**

En cambio, en el estudio realizado en Honduras los brotes producidos alcanzaron una altura promedio de 13 cm, 2 cm de diámetro y de 3 a 5 hojas a los 60 días después de la siembra, donde se señala que la profundidad en la incisión de los cormos realizó un papel importante, pues los cormos con mayor profundidad en la incisión produjeron un número mayor de raíces y brotes, pero los cormos con una menor incisión fueron los que presentaron un mejor desarrollo y crecimiento **(Serna y Zamorano, Op. Cit., p. 15).**

Además, en la evaluación realizada por la asociación de bananeros de Colombia 2002 sobre semilla inducida de plátano se observó que la altura promedio alcanzado por los brotes fue de 22.6 cm, 3 cm de diámetro y 4 hojas, a los 30 días después de la siembra, en comparación con los colinos latentes tipo aguja obtenidos por métodos convencionales, asumiendo que un factor importante para el desarrollo de los brotes fue el ambiente, pues los colinos que se encontraban a libre exposición presentaron un mejor desarrollo contra los que se encontraban bajo cobertizo **(Aránzazu, Op. Cit., p.15).**

De igual forma, en la XV memoria de la asociación de bananeros de Colombia, realizada en Cartagena de Indias, Colombia, sobre el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de plántulas en semilleros, se obtuvo una altura promedio de 30.10 cm, de diámetro 9.27 y de emisión foliar 6 hojas en los brotes producidos, a los 45 días después de la siembra, estableciendo que el sustrato

puede afectar positiva o negativamente el crecimiento de los brotes, puesto que si se aplican cal o ceniza, ya que retrasan el desarrollo de las plantas, en cambio los sustratos con concentraciones orgánicas favorecieron el crecimiento en los cormos **(Arcila, Valencia y Morales, 2002, p. 16).**

En un estudio realizado en Costa Rica sobre inmersión y riego con vermicompost líquido de secciones de cormo del clon Dominico-Hartón, produjeron brotes de 25 cm de altura, 3 cm de diámetro y 4 hojas a los 40 días después de la siembra, asumiendo que los resultados fueron causa del aporte de nutrientes en forma orgánica como sustancia promotora de crecimiento que por difusión entraron al tejido de la planta, estimulando el crecimiento temprano de las raíces e independizando nutritiva y energéticamente la yema apical de la sección de los cormos **(Tremont et al. Op. Cit., p. 13).**

3.4. Sobrevivencia del plátano en vivero.

El manejo de plátano de alta densidad, tiene efectos negativos causados por la competencia de luz, agua y nutrientes, esto ha obligado a la búsqueda de soluciones por parte de los productores en dicha actividad, por lo que se recomienda el manejo de la siembra en viveros, para tener plantas uniformes y genéticamente bien definidas, además el costo de manejo es igual o menor, ya que nos ahorraremos de 6 a 8 semanas de manejo en el campo definitivo y a su vez, se tiene un mejor control de plagas, enfermedades y malezas, evitando tener que controlarlas en un área mayor por dos meses de vida **(USAID-RED, 2007, p. 5).**

Condiciones como la fertilización, control de malezas y riego, también pueden llegar a afectar la sobrevivencia del plátano en el vivero, de igual forma, otro factor

importante es el medio donde se ubicará el vivero, este debe tener buenas características de drenaje y aireación, debe tener un 30% de sombra con sarán o sombra natural y a medida que las plántulas van creciendo, se debe ir removiendo para ponerlas del mismo tamaño juntas y el distanciamiento entre las bolsas deberá ser no menor a 24 cm, pues esta distancia asegurará un buen desarrollo de la lámina foliar y un eficiente aprovechamiento de la radiación solar **(Ibíd.)**.

Por otro lado, la altura (20-25 cm. como mínimo) y el número de hojas (3 a 4 hojas) también son importantes para la sobrevivencia de los brotes en el vivero, debido a que entre mayor altura posea mayor será la capacidad de absorber nutrientes, agua y radiación solar **(Ibíd.)**.

El Índice de sobrevivencia, es la cantidad de plántulas que sobrevive a una etapa de su crecimiento y va estar en dependencia de las condiciones en que está se desarrolle **(Ibíd.)**.

Se puede calcular de la siguiente manera:

$$IS = \frac{\text{No. De plántulas sobrevivientes}}{\text{No. De plantas totales}} \times 100 = \% \text{ sobrevivencia } \mathbf{(Ibíd.)}$$

En un estudio realizado en Ecuador, sobre alternativas para la propagación in vitro de plátano variedad maqueño y su aclimatación en invernaderos en diferentes sustratos (arena, tierra, cascarilla de arroz y carboncillo) mostro que las vitro plantas aclimatadas en los sustratos de tierra alcanzaron el 100% de sobrevivencia, indicando que fue por la utilización de sustratos con bases húmicas y evitando la adición de reguladores de crecimiento para el enraizamiento, ya que estas especies tienen la capacidad de sintetizar sus propias auxinas y poder formar raíces

(Canchignia, Sigcha, Toaquiza, Ramos, Saucedo, Carranza y Ceballos, 2007, p. 10).

3.5. Rentabilidad de la reproducción de plátano.

La producción de semilla de plátano, es importante no solo porque mejora la calidad de la semilla, sino también porque disminuye el tiempo de producción y los costos por manejo, además como actividad independiente puede llegar a ser lucrativa, pues en investigaciones realizadas por alumnos de URACCAN en el 2006, se puede apreciar que con la utilización de esta técnica se puede llegar a obtener hasta 2.78 córdoba, por cada córdoba invertido **(Gutiérrez et al. Op. Cit., p.19).**

3.5.1. Rentabilidad.

Es la obtención de beneficios o ganancias provenientes de una inversión o actividad económica. Se suele expresar en porcentaje y se calcula de la siguiente manera.

$$R = \frac{\text{Ganancia Neta}}{\text{Costos Totales}} \times 100\% \quad \text{(Rosemberg, s/f, p. 361).}$$

3.5.2. Ganancia neta.

Es el resultante de deducir de las ganancias brutas el valor de los impuestos correspondientes. GN= ingresos totales – los costos de producción **(Ibíd. p. 199).**

3.5.3. Relación beneficio costo.

Es la relación que existe entre los costos e inversión monetaria para hacer producir un área determinada y el beneficio o ganancia que se obtiene por cada córdoba invertido. Y se calcula de la siguiente forma:

$B/C = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos Totales}}$ (Ibíd. p. 102).

3.5.4. Ingresos totales.

Equivalente monetario recibido por la venta de bienes o servicios antes de realizar deducciones (Ibíd. p. 42).

3.5.5. Costos totales.

Es el valor total cedido por la producción de una mercancía (Ibíd. p. 102).

3.5.6. Costos de producción.

Son todos los costos directos de de las materias primas, trabajo y gastos indirectos o de fabrica, para la producción de bienes acabados. Se pueden clasificar en costos variados, costos fijos, costos indirectos y costos financieros (Ibíd.).

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1. Ubicación del área de estudio.

Esta investigación, se realizó en el barrio Dolores Marín, en la propiedad del señor Felipe Marín Acuña, en las coordenadas $X= 7406662$, $Y=1521038$, ubicada en el sector urbano del municipio de Siuna.

4.2. Tipo de estudio.

Es un estudio experimental, donde se utilizó un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con el siguiente modelo estadístico $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$ con $i=1, \dots, a$. con tres tratamientos y tres replicas, en tres bloques a las cuales se les aplicó un análisis de varianza para determinar la significancia al 5% bajo la prueba LSD (diferencia mínima significativa) de Fisher.

4.3. Los tratamientos.

La distribución de los tratamientos en los bloques, se realizó de forma aleatoria, donde cada tratamiento tuvo tres replicas.

Los tratamientos utilizados en este estudio, funcionaron como sustrato dentro los canteros para los cormos, los cuales fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Sustrato de tierra negra (20 baldes por cantero)

Tratamiento 2: Sustrato de cascarilla de arroz (20 baldes por cantero)

Tratamiento 3: Testigo: Sustrato de arena de río (20 baldes por cantero).

4.4. Universo.

El universo comprende todas las plantaciones de plátano gigante del municipio de Siuna, de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua y de otras partes del mundo que tengan el potencial vegetativo para ser multiplicadas.

4.5. Marco Muestral.

Fue de 46 m². Este marco lo constituyen 9 canteros con una dimensión de 2 metros de largo por 2 metros de ancho, donde la distancia entre bloques fue de 2 metros, 1 metro entre tratamientos y 1 metro de borde.

4.6. Muestra.

Para la obtención de datos de las variables índice de brotación, altura, diámetro, número de hojas e índice de sobrevivencia se realizó un muestreo al 100% en los 108 cormos utilizados en este estudio.

4.7. Unidad de análisis.

Para la variable de índice de brotación las unidades de análisis fueron los 108 cormos y para las variables de crecimiento, desarrollo y sobrevivencia las unidades de análisis fueron los brotes que emergieron de los cormos utilizados en este estudio.

4.8. Variables en la etapa de semillero

Índice de brotación.

Indicador: No. de hijos por cepa

Crecimiento y desarrollo

Indicadores: Altura, diámetro y No. de hojas

4.9. Variables en la etapa de vivero

Índice de sobrevivencia.

Indicador: No. de plántulas vivas.

4.10. Variables en la rentabilidad de la producción.

Indicadores: Costos de producción e ingresos.

4.11. Criterios de selección y exclusión.

Para el inicio del proceso de propagación del plátano se seleccionaron hijos de plantas madres que presentaban características morfológicas, fitosanitarias y de rendimientos óptimos; tales como el aporte característico de cultivar: calidad, tamaño y producción de dedos en el racimo. Las características fueron las siguientes:

Plantas libres de enfermedades.

Con una producción entre 30 – 40 frutos en el racimo.

Buena Vigorosidad/porte.

4.12. Fuente y obtención de datos.

La información recopilada en esta investigación, se obtuvo de la observación directa, la medición y el conteo de cada una de las plántulas que emergieron de los cormos, para cada variable a través de la utilización de formatos de campo.

El levantamiento de los datos se realizó una vez por cosecha, para un total de tres cosechas, realizadas de la siguiente manera:

Cosecha 1: a los 30 días después de la siembra.

Cosecha 2: a los 45 días después de la siembra.

Cosecha 3: a los 60 días después de la siembra

4.13. Técnicas e instrumentos

La recopilación de los datos fue a través de la medición y conteo de cada una de las plántulas que emergieron de los cormos, utilizando formatos de campo.

4.14. Etapas del estudio

Para el desarrollo de esta investigación el trabajo se dividió en 3 etapas:

4.14.1. Primera etapa: Trabajo de campo:

4.14.1.1. Diseño del experimento

El área total del diseño experimental fue de un tamaño de 46 metros cuadrados, el efecto de borde estuvo constituido por 1 metro a cada lado, entre bloques fue de 2

metros y entre tratamiento fue de 1 metro, en los cuales se distribuyeron 12 cormos por cantero, a una distancia de 32 cm entre corno y corno.

4.14.1.2. Selección de semilla

Los cormos seleccionados fueron de un diámetro entre 15 – 20 cm y un peso aproximado de 6 lbs. Estos cormos estaban sanos, es decir sin síntomas de pudrición o perforaciones causadas por plagas y enfermedades.

4.14.1.3. Manejo de la semilla

Los cormos seleccionados se les elimino la dominancia pical a 1cm bajo la corona que une al corno del pseudo tallo luego se hicieron 4 cortes para la inducción de brotación de yemas axilares con un cuchillo o machete.

Posteriormente desinfectaron sumergiéndolos en una solución de 3 litros cloro comercial al 2% diluido en 4 baldes de agua y 24 bolsas de cal durante 5 minutos y posteriormente se secaron al sol durante 1hr.

4.14.1.4. Construcción de canteros

Las dimensiones de los canteros fue de 2 metros de ancho por 2 metros de largo, construidos de bambú, En su interior se depositaron 20 baldes de sustrato libre de piedras basura u otro tipo de contaminantes.

4.14.1.5. Homogenización de las unidades de análisis

Por la variedad de tamaño, los cormos se clasificaron en 2 clases:

Clase A: 18-20 cm.----- 54 cormos.

Clase B: 15-17 cm.-----54 cormos.

Donde, se distribuyeron 6 cormos de cada clase en cada uno de los canteros, es decir que se depositaron la misma cantidad de cormos con las mismas dimensiones en cada uno de los tratamientos y se hizo de forma intencional, con el propósito de evitar errores.

4.14.1.6. Elaboración del abono (sustancias húmicas)

El ácido húmico se produce mediante la utilización de lombrihumus e hidróxido de potasa o sodio.

Para producir un litro de ácido húmico, se necesita un litro de agua, 100 ml de hidróxido de potasa o soda caustica y 200 gramos de lombrihumus. Se hace una mezcla y se bate por un período de 4 a 6 horas. Una vez que ya está listo la dosis de aplicación es al 10% para enraizamiento y al 1% para crecimiento y desarrollo. **(Gutiérrez et al. 2007, p. 4).**

4.14.1.7. Aplicación

La aplicación del abono se realizó con una bomba de mano (4 litros por cantero) por las mañanas cada cuatro días durante todo el proceso, además se realizaron riegos con agua por las tardes todos los días.

4.14.1.8. Producción y trasplante a bolsas

Consistirá en la obtención de semilla sana y vigorosa, de tres cosechas repicadas en los siguientes períodos: Primera cosecha, segunda cosecha y tercera cosecha.

Trasplantados en bolsas negras de polietileno de 8 x 12 pulgadas con un sustrato resultante de la mezcla efectuado por cada 30 paladas de tierra, 20 de cascarilla de arroz y 4 de abono.

La aclimatación de las plántulas de plátano en la etapa de vivero, se dio bajo libre exposición, con sombra natural, cerca del sitio donde se realizó el experimento para evitar daños a las plántulas, durante un período de dos meses.

4.14.2. Segunda etapa: Levantamiento de datos

4.14.2.1. Variables del Índice de brotación

El número de rebrotes.

El conteo de la cantidad de hijos rebrotados se realizó a través del conteo utilizando un formato de campo al término de cada cosecha, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra.

4.14.2.2. Variables de crecimiento y desarrollo

Altura

La altura de las plántulas se midió con cintas métricas en centímetros desde la superficie del suelo hasta la altura del cogollo al término de cada cosecha, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Diámetro

Se midió con cintas métricas en centímetros en la parte media del tallo, al término de cada cosecha, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra.

No. de hojas

Se contabilizaron utilizando un formato de campo, al término de cada cosecha, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra.

4.14.2.3. Variable en la etapa de vivero

Índice de sobrevivencia.

Se obtuvo a partir de la contabilización de la cantidad de hijos sobrevivientes en la etapa de vivero a los 2 meses después del trasplante de los brotes al vivero.

4.14.2.4. Variable para el análisis económico

Costo

Ingresos

Rentabilidad

4.14.3. Tercera etapa del estudio: Procesamiento y análisis de datos.

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico Infostat, donde se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de L.S.D. (diferencia mínima significativa) de Fisher y el análisis de los datos se realizó en base a los resultados estadísticos obtenidos.

V. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnicas / instrumentos
Índice de brotación	Plántulas que emergen a partir de una cepa madre de plátano.	Brotación	Número de hijos o brotes	Formatos de observación Cuento manual Registros productivos por parcela y tratamiento
Crecimiento y desarrollo	Son los cambios fisiológicos graduales que sufre la planta, siendo en altura, diámetro y número de hojas las características que mas	Altura Diámetro Número de hojas	Numero en centímetros de longitud, numero en centímetros de engrosamiento y numero de hojas.	Formatos de observación. Medición manual

	sobresalen			
Índice de Supervivencia	Plántulas que sobreviven a una etapa de su crecimiento.	Supervivencia.	Número de plantas vivas.	Formatos de observación Conteo manual
Rentabilidad	Es la obtención de beneficios o ganancias de un bien o servicio determinado.	Ganancia o beneficio.	Costos por tratamiento Ingresos por tratamiento Rentabilidad	Formulas estadísticas Análisis de los resultados.

VI. HIPÓTESIS

Ha. Existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre la producción de rebrotes en *Musa spp.*

Ho. No existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre la producción de los rebrotes en *Musa spp.*

Ha. Existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre el crecimiento y desarrollo de los rebrotes en *Musa spp.*

Ho. No existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre el crecimiento y desarrollo de los rebrotes en *Musa spp.*

Ha. Existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre el índice de sobrevivencia de los rebrotes en *Musa spp.*

Ho. No existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sustratos sobre el índice de sobrevivencia de los rebrotes en *Musa spp.*

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología y basándose en los objetivos propuestos en esta investigación, se obtuvieron los siguientes resultados.

7.1. Índice de brotación

Utilizando la técnica de reproducción acelerada de semilla en tres sustratos diferentes (arena de río, cascarilla de arroz y tierra negra), se obtuvo un rango de 7 a 10 plántulas en un período de 60 días, por lo que el índice de brotación total fue de 8 brotes por cepa.

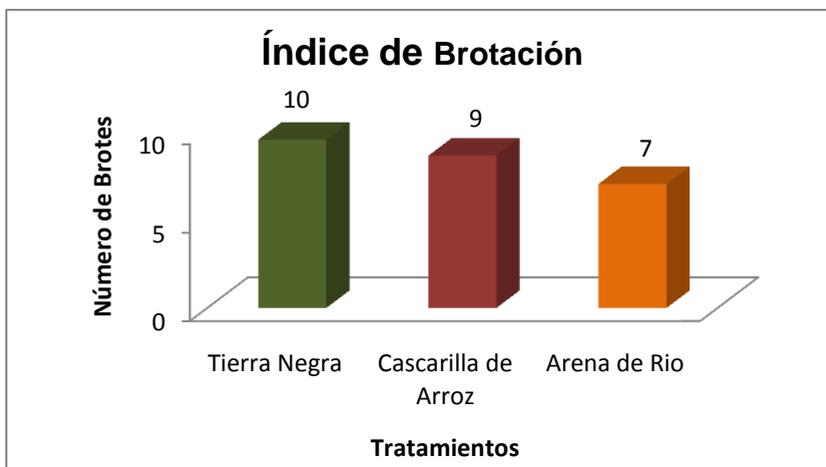


Gráfico 1. Índice de brotación, en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Este gráfico muestra el índice de brotación obtenido por los tres tratamientos, durante todo el proceso productivo, en donde se observa que el sustrato de tierra negra fue el que obtuvo los mejores resultados, debido a que este presentó el mayor número de hijos producidos en comparación con los demás tratamientos con 10 brotes por cada cormo y el sustrato que menos produjo fue la

arena de río con 7 brotes por cormo, cabe mencionar que la cosecha de estos brotes fue realizada en tres períodos, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Si bien es cierto que los resultados obtenidos por esta investigación fueron mejores que los registrados por Gutiérrez (2007), al utilizar arena como sustrato, fue debido a que estos investigadores utilizaron una distancia de siembra menor (24 cm) que la utilizada en esta investigación (32 cm), lo que provocó una reducción en el número de brotes por la competencia de humedad, nutrientes, luz y espacio para el crecimiento y desarrollo de los rebrotes. Además, el tamaño de los cormos fue más variado, lo que ocasionó que la brotación de los cormos no se realizara de manera uniforme, puesto que los cormos de mayor tamaño poseen mayor cantidad de reservas energéticas por lo tanto tienden a rebrotar más rápido que los cormos pequeños, ocasionando que los brotes emitidos estén en constante competencia por no poseer iguales condiciones fenológicas y fisiológicas.

De igual manera, los resultados obtenidos en la investigación realizada por Aguilar (2004) utilizando arena como sustrato para la producción de semillas de plátano, difieren con los resultados obtenidos por nuestra investigación, debido a que éstos, atrasaron la fecha de corte de los brotes (45 días después de la siembra) y el abono fue aplicado hasta que los brotes inducidos tuvieran desarrolladas sus hojas (abono foliar), en cambio en nuestra investigación, el abono fue aplicado como un estimulante para la inducción de brotes y las aplicaciones fueron constantes.

También, en la experiencia comercial realizada en Rivas y Nandaime por Reyes (2007), se obtuvieron resultados diferentes, utilizando arena como sustrato, pero esto se debió a que los cormos utilizados no fueron seleccionados

en el campo, el material de siembra se manejó de forma incorrecta, la extracción se hizo de manera incorrecta y se almacenó el material de siembra hasta 10 días en el campo antes de ser utilizados, lo cual hizo que los cormos se deshidrataran y se maltrataron las yemas ocasionando la pérdida de las reservas energéticas y por lo tanto la reducción en la emisión de los cormos.

En cambio, en el estudio realizado en Honduras sobre la proliferación de cormos del híbrido plátano FHIA-21, mediante la técnica P.I.F. (plantas provenientes de fragmento de cormos), por Serna y Zamorano (2009) utilizando arena como sustrato se produjeron una mayor cantidad de brotes (15 brotes por cormo inicial en 60 días), pero fue debido a que la profundidad de incisión de los cormos no fue igual (4.5 cm) a la utilizada en nuestra investigación (1 cm), asumiendo que cuando se utiliza una mayor profundidad de incisión en los cormos se produce una mayor cantidad de brotes, puesto que se llega al eliminar la dominancia apical por completo y se rompe la latencia de las yemas axilares en el cormo.

Además, en el estudio realizado en Colombia, por Aránzazu (2002) sobre producción de semilla de plátano utilizando arena como sustrato se obtuvieron resultados inferiores (3 brotes por cormo inicial en 30 días) a los obtenidos por nuestro estudio, debido a que el tamaño de los cormos utilizados fue de 0.6 lbs., lo que ocasionó que el índice de brotación fuera menor, porque estos no poseen las cantidades de reservas energéticas necesarias para la producción de brotes.

A pesar, de que los resultados de índice de brotación obtenidos en esta investigación utilizando arena de río como sustrato, fueron los más altos con respecto a resultados obtenidos en investigaciones antes mencionadas sobre producción de semilla de plátano, son

los más bajos respecto a resultados obtenidos en esta investigación, los cuales indican un mayor índice de brotación en los cormos que fueron propagados en sustratos de tierra negra y cascarilla de arroz.

La arena como sustrato para la producción de semillas de plátano baja los niveles de contaminación por patógenos y favorece la emisión de las raíces en los cormos, puesto que es un sustrato poroso, además de evitar daños en el sistema radicular en las yemas vegetativas, al momento del repique, sin embargo retiene poca humedad y nutrientes, lo que no permite que los cormos y los brotes puedan aprovechar de manera eficaz el agua y el abono aplicado, en cambio, la tierra negra como sustrato posee características físicos-químicos importantes, para la inducción de brotes, como lo es, poseer proporciones de humus, arena y arcilla de manera equilibrada, lo que permite tener un buen drenaje, retener nutrientes y agua, facilitar la descomposición de materia orgánica y poseer las mejores características físicas (aireación, porosidad, textura y estructura), además de mantener la micro y macro fauna en equilibrio.

Para la variable de producción de hijos, el valor $p=0.0303$ del análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis alternativa de medias de los tratamientos, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba L.S.D. de Fisher el tratamiento tierra negra presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento arena de río.

7.2. Crecimiento y desarrollo

7.2.1. Altura

La altura de los brotes de plátano fue referida por el desarrollo de las plántulas en el almácigo o semillero, donde se obtuvo como resultado que las plántulas producidas alcanzaron un rango de 22.93-27.05 cm de altura.

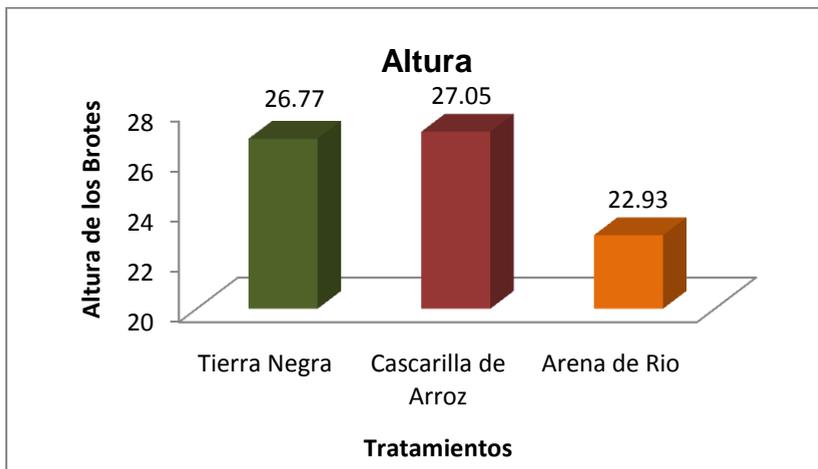


Grafico 2. Altura promedio de los brotes en *Musa* spp. Municipio de Siuna 2009.

El gráfico muestra la altura promedio en cm. alcanzada por los brotes en cada uno de los sustratos, en donde el tratamiento que alcanzó una mayor altura fue la cascarilla de arroz con un promedio de 27.05 cm de altura, seguido de la tierra negra con 26.77 y la arena de río con 22.93.

Estos resultados son similares a los registrados por Gutiérrez (2007), Reyes (2007), Aránzazu (2002) y Tremont (2006), los cuales propagaron semilla de plátano utilizando arena como sustrato.

En cambio, difieren con los resultados obtenidos por Serna y Zamorano (2009) y por Aguilar (2004), los cuales propagaron semilla de plátano utilizando arena de río como sustrato, ya que estos obtuvieron registraron datos menores a los obtenidos en nuestra investigación, ya que utilizaron cormos de 0.6 lbs., los cuales aún no habían completado su desarrollo fisiológico, lo que no les permitió desarrollar las yemas por tener menor capacidad energética. Además que la distancia de siembra fue menor, (20 cm) lo que ocasionó una menor disponibilidad de luz, agua, espacio y nutrientes para cada brote.

De igual forma, difieren con los resultados obtenidos por Arcila (2002), ya que los resultados obtenidos fueron superiores a los mostrados en nuestra investigación, ya que propagaron semilla de plátano utilizando sustratos a base de fuentes orgánicas, los cuales permiten una mayor disponibilidad de nutrientes para las raíces.

Los resultados en altura de los brotes obtenidos en esta investigación utilizando arena de río como sustrato, fueron en su mayoría similares, con respecto a los resultados obtenidos en investigaciones antes mencionadas sobre producción de semilla de plátano, pero son los más bajos respecto a los otros tratamientos de esta investigación, los cuales indican una mayor altura en los cormos que fueron propagados en sustratos de cascarilla de arroz y tierra negra.

Para la variable de altura, el valor $p= 0.0025$ del análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis alternativa de medias de los tratamientos, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba LSD de Fisher los tratamientos tierra negra y cascarilla de arroz presentan diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento arena de río.

7.2.2. Diámetro

El diámetro de las plántulas fue calculado por el grosor adquirido en el perímetro de la base de los brotes en los semilleros, de manera que el rango obtenido fue de 2.76 - 3.53 cm de grosor en los brotes.

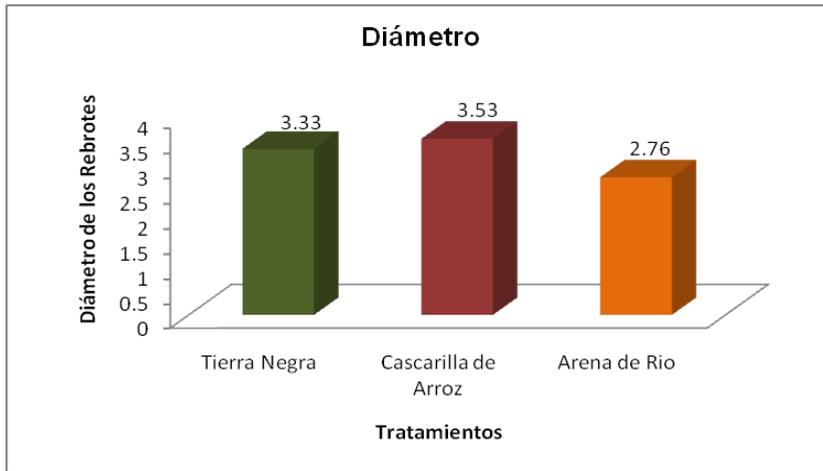


Grafico 3. Diámetro promedio de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

En el gráfico se observa el diámetro alcanzado en los brotes por cada uno de los tratamientos, donde se muestra que los brotes propagados en el sustrato cascarilla de arroz fue el que presentó mejores resultados con 3.53 cm de grosor, mientras que la arena de río fue el que presentó los resultados más bajos con 2.76 cm de grosor.

Estos resultados difieren con los planteados por Gutiérrez (2007), Aguilar (2004), Reyes (2007) y Serna y Zamorano (2009), ya que son inferiores a los obtenidos en este estudio.

Además, difiere con los resultados obtenidos por Arcila (2002), ya que son superiores a nuestros resultados, debido a que el tiempo del corte fue mayor (45 días) al empleado por esta investigación (30 días) lo que permite que los brotes se desarrollen más tiempo en los semilleros, además que los sustratos utilizados eran a base de fuentes orgánicas, los que les permitió a los brotes una mayor disponibilidad de nutrientes y minerales necesarios en su crecimiento y desarrollo.

En cambio, con Aránzazu (2002) y Tremont (2006) los resultados obtenidos son similares.

A pesar, de que los resultados en el diámetro de los brotes obtenidos en esta investigación fueran similares en su mayoría, utilizando arena de río como sustrato, con respecto a los resultados obtenidos en investigaciones antes mencionadas sobre producción de semilla de plátano, son los más bajos respecto al diámetro en los cormos que fueron propagados en sustratos de cascarilla de arroz y tierra negra.

Para la variable diámetro, el valor $p= 0.0003$ del análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis alternativa de medias de los tratamientos, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba L.S.D. de Fisher existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos.

7.2.3. Número de hojas

El número de hojas fue calculado por la cantidad de hojas emitidas por los brotes en los semilleros, por cada sustrato, donde el rango de hojas emitidas por los brotes fue de 3-4 hojas.

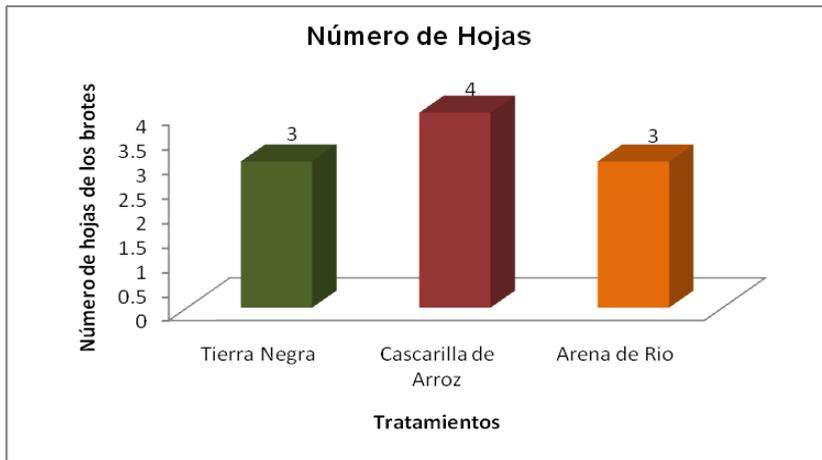


Gráfico 4. Número de hojas promedio de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

En el presente gráfico se muestra el número de hojas emitidas por los cormos en cada sustrato, donde la cascarilla de arroz fue el que presentó los mejores resultados con 4 hojas por cormelos en comparación con los brotes producidos bajo los sustratos de tierra negra y arena de río.

Estos resultados no coinciden con los datos registrados en investigaciones sobre producción de semillas de plátano utilizando arena como sustrato, por Gutiérrez (2007), Aguilar (2004), Reyes (2007), Aránzazu (2002) y Serna y Zamorano (2009), ya que los resultados son inferiores a los obtenidos por este estudio.

Además, difiere con los resultados obtenidos por Arcila (2002), y Tremont (2006), por ser mayores, debido a que los sustratos utilizados en la primera investigación eran a base de fuentes orgánicas, los que les permitió a los brotes una mayor disponibilidad de nutrientes y minerales necesarios en su crecimiento y desarrollo, y en la segunda investigación fue por el abono utilizado, ya que favoreció el desarrollo de las plantas por ser ricos en auxinas, ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales estimulan los procesos biológicos de la planta, por lo que se les atribuye los efectos sobre las células vegetales, semejantes a los inducidos por las auxinas, las cuales son importantes en la regulación de la elongación celular, la promoción e influencia en la embriogénesis y la actividad meristemática de las raíces.

A pesar, de que los resultados en el número de hojas de los brotes obtenidos utilizando arena de río como sustrato, en esta investigación fueran similares en su mayoría con respecto a los resultados obtenidos en investigaciones antes mencionadas sobre producción de semilla de plátano, son los más bajos respecto al número de hojas en los brotes que fueron propagados en sustratos de cascarilla de arroz y tierra negra.

Para la variable número de hojas, el valor $p= 0.0095$ del análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis alternativa de medias de los tratamientos, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba L.S.D. de Fisher los tratamientos tierra negra y cascarilla de arroz presentan diferencias estadísticamente significativas respecto al tratamiento arena de río.

7.3. Índice de sobrevivencia

El total de la producción de semilla de plátano obtenida fue de 909 brotes, los cuales se aclimataron en vivero de libre exposición bajo sombra natural de las cuales murieron 25 brotes en total, por lo que el rango del índice de sobrevivencia para la producción de semillas de plátano fue de 94.09% - 100%.

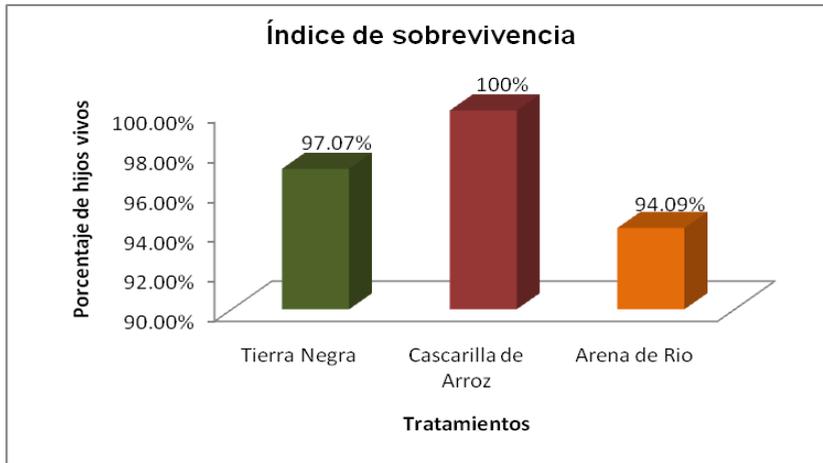


Gráfico 5. Índice de sobrevivencia de los brotes en *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Éste gráfico muestra el índice de sobrevivencia de los brotes en cada uno de los tratamiento, en el cual el sustrato de arena de rio fue el que presentó el menor índice de sobrevivencia con el 94.09%, esto equivale a 15 brotes muertos de un total de 254 brotes. Seguido por el tratamiento tierra negra con el 97.07% esto equivale a 10 brotes muertos de un total de 342 brotes, mientras que el sustrato cascarilla de arroz fue el que presentó los mejores resultados con el 100% de sobrevivencia ya que de este tratamiento no se murió ni un solo brote.

Con respecto a la cantidad de hijos muertos se asume que los brotes producidos bajo el sustrato arena de río y tierra negra fueron los que presentaron menor calidad y por ende una menor capacidad para resistir las condiciones del medio en que se aclimataron (libre exposición y bajo sombra natural).

Estos resultados son similares a los mostrados por el estudio realizado en Ecuador, por Canchignia (2007), donde los brotes aclimatados alcanzaron el 100% de sobrevivencia, indicando que fue por la utilización de abonos orgánicos con bases húmicas y evitando la adición de reguladores de crecimiento para el enraizamiento de las plántulas, ya que estas tienen la capacidad de sintetizar sus propias auxinas y poder formar raíces, al igual que en nuestra investigación.

Para la variable índice de sobrevivencia, el valor $p=0.0494$ del análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis alternativa de medias de los tratamientos, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba L.S.D. de Fisher existen diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento cascarilla de arroz y arena de río.

7.4. Rentabilidad

En el siguiente cuadro, se puede apreciar el análisis económico realizado en la producción de semilla de plátano para los tres tratamientos utilizados en esta investigación.

Tratamientos	Costos C\$	Ingresos C\$	Rentabilidad %	Costo/Beneficio C\$	Ganancia neta C\$
Tierra negra	3,513	5,130	46.0	1.46	1,617
Cascarilla de arroz	2,843	4,695	65	1.65	1,852
Arena de río	3,778	3,810	0.84	1.00	32

Cuadro 1. Rentabilidad de la producción de semilla de *Musa spp.* Municipio de Siuna 2009.

Este cuadro muestra la rentabilidad de la producción de semilla en *Musa spp.*, mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla utilizando sustratos de tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río.

Para producir 342 plántulas de plátano con el tratamiento de tierra negra, se invirtió C\$ 3,513 obteniendo un ingreso de C\$ 5,130, el costo beneficio es de C\$ 1.46 por cada córdoba invertido, siendo la rentabilidad del 46.02%, siendo el costo de producción de cada corno de 10.27 C\$, el cual se comercializó a un precio de 25.27 C\$.

En la producción con Cascarilla de arroz, se obtuvieron 313 brote, donde se invirtieron C\$ 2,843 para obtener un ingreso de C\$ 4,695, el costo beneficio, fue de C\$ 1.65 por cada córdoba invertido, siendo la rentabilidad del

65%, el costo de producción de cada cormo fue de 9.08 C\$, el cual se comercializó a un precio de 24.08 C\$.

En la producción con Arena de río, se obtuvieron 254 brotes, donde se invirtió C\$ 3,778, obteniendo un ingreso de C\$ 3,810 con un costo beneficio de C\$ 1.00, con una rentabilidad del 0.84%, el costo de producción de cada cormo fue de 14.87 C\$, el cual se comercializó a un precio de 29.87 C\$.

Esto significa que la producción de semilla de plátano es rentable, debido a que su rendimiento de producción promedio es de 37.28% lo que significa que por cada córdoba invertido se obtienen C\$ 0.37 de ganancia.

Para la multiplicación de semilla de plátano, se realizó una inversión total de C\$ 10,134 netos, utilizados en la compra de materiales, insumos y mano de obra. La producción total fue de 909 brotes, los cuales, después de un mes en el vivero se comercializaron a un precio de C\$ 15 por cada plántula.

Según los análisis económicos y estadísticos la producción en el sustrato de arena de río fue la menos rentable, debido a que los costos de compra y traslado de material en que se incurrieron fueron los más altos, además de ser el sustrato que menos brote produjo, mientras que la producción en el sustrato cascarilla de arroz fue el que obtuvo la mejor rentabilidad por que sus costos de producción fueron bajos y los ingresos fueron los segundos más altos.

Sin embargo, cabe destacar que si la multiplicación se realizará en una unidad productiva, donde se tuviera el acceso al sustrato arena de río la rentabilidad aumentaría, pero se tuviera que invertir en la compra y traslado del sustrato cascarilla de arroz, la rentabilidad obtenida disminuiría, pero no en su totalidad, ya que los cormos

propagados con éste sustrato tienen mejores condiciones, las cuales aumentan la producción de brotes.

VIII. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis de los resultados sobre la multiplicación de *Musa spp.* Mediante la técnica de reproducción acelerada, utilizando tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río, concluimos que:

1. El sustrato que obtuvo mejores resultados en la producción de semilla fue el de tierra negra, con 9.5 brotes por corno en un período de 60 días, mientras que el sustrato arena de río obtuvo los resultados más bajos con 7 brotes por corno inicial.
2. El tratamiento cascarilla de arroz, presentó en los brotes los mejores resultados en la variable de crecimiento y desarrollo en la etapa de semillero con un incremento significativo con relación al tratamiento arena de río, que fue el que obtuvo los resultados más bajos.
3. El sustrato cascarilla de arroz fue el que obtuvo el mayor índice de sobrevivencia con el 100% de brotes vivos y el que presentó un menor índice de sobrevivencia fue el sustrato arena de río con el 94.09% de brotes vivos en el vivero.
4. La producción de brotes con el tratamiento cascarilla de arroz, es el más rentable con un beneficio del 65%.
5. Estadísticamente existen diferencias significativas al 5% en la variable de índice de brotación, entre los tres tratamientos utilizados, siendo el sustrato tierra negra el que presentó los mejores resultados.
6. Estadísticamente existen diferencias significativas al 5% en la variable de crecimiento, desarrollo y

sobrevivencia entre los tres tratamientos utilizados, siendo el sustrato cascarilla de arroz el que presento los mejores resultados.

7. De manera general podemos concluir que la producción de semilla mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) produce plántulas de musa sp. a corto plazo en cantidad y calidad.

IX. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado este estudio, se recomienda lo siguiente.

A los productores la utilización de la técnica de reproducción acelerada de semilla con sustratos de cascarilla de arroz y tierra negra, puesto que son los que presentan una mayor rentabilidad, además un mayor índice de brotación y un mejor crecimiento y desarrollo en los brotes.

A la universidad la divulgación de esta técnica de reproducción de semilla.

A los estudiantes que den continuidad a este estudio incorporando el comportamiento de crecimiento, desarrollo y productividad de las plántulas generadas con esta técnica.

A las instituciones encargadas de la parte agropecuaria que promuevan esta técnica a los pequeños productores ya que es una herramienta que genera ingresos y mejora la calidad genética de las plantaciones, además de garantizar material de calidad y en cantidad para jardines clónales con semilla.

X. LISTA DE REFERENCIAS

- Aguas, A y Martinez, M. (2003). *Técnicas rápidas para la multiplicación de semilla de plátano*. Recuperado el 27 de Mayo de 2009, de http://www.turipana.org.co/esquema_plátano.htm
- Aguilar, M. Reyes, G. y Acuña, M. (2004). *Métodos alternativos de propagación de semilla de plátano (Musa sp)*. *Guía Técnica No. 1* .
- Aránzazu, F. (2002). *Semilla inducida en plátano y su comportamiento en condiciones de vivero*. Recuperado el 20 de Mayo de 2010, de <http://www.musalit.inibap.org/pdf/IN030072>
- Arcila, P. Valencia, M y Morales, O. (2002). *Efecto de diferentes sustratos sobre el crecimiento de plántulas de Dominico-Hartón en el Quindío*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2009, de http://www.musalit.inibap.org/pdf/IN030073_es.pdf
- Canchignia, H. Sigcha, L. Toaquiza, J. Ramos, L. Saucedo, S. Carranza, M y Ceballos, O. (2007). *Alternativas para la propagación in vitro de plátano variedad Maqueño (Musa Balbisiana AAB)*. Recuperado el 10 de Mayo de 2009, de http://www.uteq.edu.ec/revista_cyt/archivos/2008/articulo_8.pdf
- Cervelli, M. (2009). *Mercado libre soluciones de jardin*. Recuperado el 18 de Agosto de 2009, de <http://www.guia.mercadolibre.com.ar/acerca-tierra-negra-54095-VGP>
- Colmenares, M y Giménez, C. (2004). *Nuevas estrategias para la inducción de brotes en musáceas*. Recuperado el 03 de Junio de 2009, de

<http://www.redbio.org/portal/encuentros/enc.../poster s.pdf./01-065.pdf>

Coto, J. (2009). *Guía para la multiplicación rápida de los cormos de plátano y bano*. Honduras, La lima.

Fernandez, H. (1998). *Guía para la asistencia técnica de Nayarit*. Recuperado el 21 de Junio de 2009, de http://www.fupronay.org.mx/archivos/bibliotecas/guías_técnicas/plátano.pdf

Gutiérrez, M. Marín, J. Cordero, F. Castillo J. y Montalván, O. (2007). *Producción acelerada de semilla de plátano mediante la técnica de reproducción acelerada*. Recuperado el 09 de Mayo de 2009, de <http://www.infoagro.net/shared/doc/a6/artículo%20plátano.pdf>.

Infostat. (2002). Manual de usuarios. 1.1(Primera). (G. I. FCA, Ed.) Cordoba, Argentina: Brujas.

Martinez, G. Tremont, O. y Hernandez, J. (2004). *Manual Técnico para la propagacion de musáceas*. Recuperado el 25 de Julio de 2009, de http://www.fupronay.org.mx/archivos/bibliotecas/guías_técnicas/plátanos.pdf

Mora, A y Espinoza, M. (1971). *Observaciones en fertilizacion y deshije del plátano*. Rivas.

Reyes, G. Rivers, E. Corea, H. y Garcia, R. (2007). *Experiencia en Rivas y Nandaime de la aplicación comercial de la técnica de reproducción acelerada de semilla en platano*. Managua.

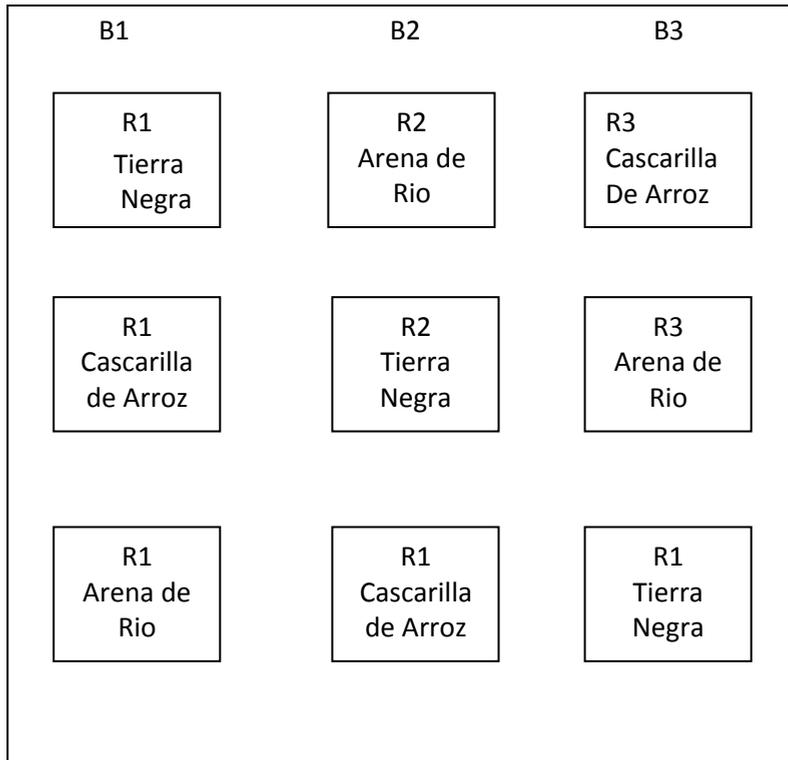
Rodríguez, J. (2000). *Métodos de investigación pecuaria*. México: TRILLAS.

- Rosemberg, J. (s/f). *Diccionario de administración y finanzas*. España: OCEANO.
- Serna, A y Zamorano, C. (2009). *Respuesta de proliferación de cormos del Híbrido plátano FHIA-21, mediante la técnica PIF*. Recuperado el 20 de Mayo de 2009, de http://www.fhia.org.co/esquema_platano.htm. 20 Mayo 2010
- Tremont, O. Mogollón, J y Martínez, G. (2006). *Inmersión y riego con vermicompost líquido de secciones de cormos de clones Dominico-Hartón*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2009, de http://www.cadenahortofruticola.org/.../563manual_tecnico_propagacion_musaceas.pdf.
- USAID-RED. (2007). *Siembra y manejo de vivero de plátano*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2009, de http://www.fintrac.com/USAID-RED_produccion_iveros_platano_06_07.pdf
- Valverde, A. Bienvenido, H y Monteagudo, E. (2007). *Análisis comparativo de las características físico químicas de la cascarilla del arroz*. Recuperado el 28 de Agosto de 2009, de <http://www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf>

XI.

ANEXOS

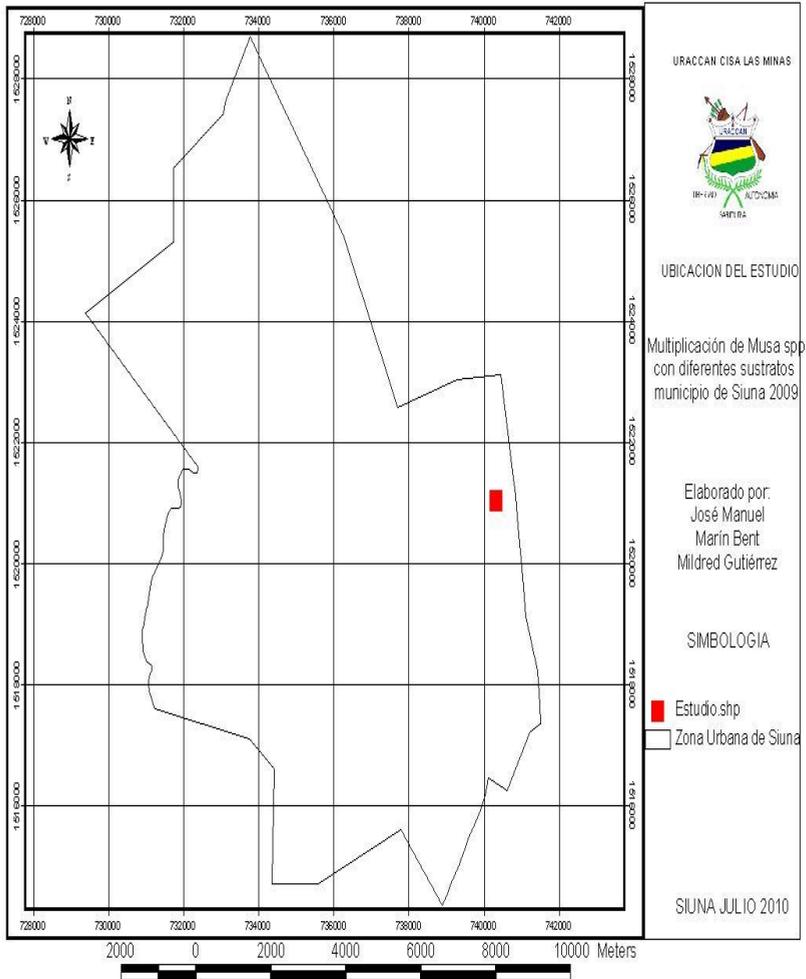
Anexo 1. Diseño del experimento



Dimensiones del experimento.

- ☞ Medidas de las parcelas 2 metros de largo x 2 metros de ancho
- ☞ Distancia entre bloques 2 metros
- ☞ Distancia entre replicas 1 metro

Anexo 2. Ubicación del diseño experimental.



Anexo 3. Formato para la recolección de la información

Formatos para el levantamiento de datos sobre el índice de brotación, crecimiento y desarrollo de semilla de plátano.

Fecha _____

Número de cosecha _____

Tratamiento No. _____

Repetición No. _____

Variables				
No. de hijos	Altura	Diámetro	No. de hojas	Total

Formatos para el levantamiento de datos sobre el índice de sobrevivencia de plántulas en la etapa de vivero.

Fecha _____

Tratamiento No. _____

Repetición No. _____

Variables		
No. de plantas vivas	No. de plantas muertas	Total

Anexo 4. Análisis de varianza. Índice de brotación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de brotación	9	0.84	0.68	9.18
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				
F.V.	SC	gl	CM	F
p-valor				
Modelo	309.78	4	77.44	5.24
0.0688				
Bloques	29.56	2	14.78	1.00
0.4444				
Tratamientos	280.22	2	140.11	9.48
0.0303				
Error	59.11	4	14.78	
Total	368.89	8		
Test: LSD Fisher Alfa: = 0.05 DMS: =8.71461				
Error: 14.7778 gl: 4				
Bloques	Medias	n		
3.00	40.00	3	A	
2.00	41.33	3	A	
1.00	44.33	3	A	
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>				
Test: LSD Fisher Alfa: =0.05 DMS: =8.71461				
Error: 14.7778 gl: 4				
Tratamientos	Medias	n		
3.00	35.00	3	A	
2.00	42.00	3	A	B
1.00	48.67	3	B	
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>				

Anexo 5. Análisis de varianza. Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	9	0.96	0.91	2.53
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				
F.V.	SC	gl	CM	F
	p-valor			
Modelo	37.71	4	9.43	22.51
	0.0053			
Bloques	5.93	2	2.96	7.08
	0.0486			
Tratamientos	31.78	2	15.89	37.95
	0.0025			
Error	1.67	4	0.42	
Total	39.38	8		
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=1.46696				
Error: 0.4187 gl: 4				
Bloques	Medias	n		
3.00	24.69	3	A	
2.00	25.41	3	A	B
1.00	26.66	3	B	
Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)				
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=1.46696				
Error: 0.4187 gl: 4				
Tratamientos	Medias	n		
3.00	22.93	3	A	
1.00	26.77	3	B	
2.00	27.06	3	B	
Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)				

Anexo 6. Análisis de varianza. Diámetro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Diámetro	9	0.98	0.97	2.01	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.06	4	0.26	63.47	0.0007
Bloques	0.09	2	0.04	10.77	0.0245
Tratamientos	0.97	2	0.48	116.17	0.0003
Error	0.02	4	4.2E-03		
Total	1.07	8			
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.14623					
<i>Error: 0.0042 gl: 4</i>					
Bloques	Medias	n			
2.00	3.13	3	A		
3.00	3.14	3	A		
1.00	3.35	3	B		
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.14623					
<i>Error: 0.0042 gl: 4</i>					
Tratamientos	Medias	n			
3.00	2.76	3	A		
1.00	3.33	3	B		
2.00	3.53	3	C		
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					

Anexo 7. Análisis de varianza. Número de Hoja

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Número de Hojas	9	0.94	0.87	3.61	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.82	4	0.21	14.57	0.0118
Bloques	0.30	2	0.15	10.67	0.0249
Tratamientos	0.52	2	0.26	18.47	0.0095
Error	0.06	4	0.01		
Total	0.88	8			
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.26913					
<i>Error: 0.0141 gl: 4</i>					
Bloques	Medias	n			
2.00	3.06	3	A		
3.00	3.31	3	A	B	
1.00	3.50	3		B	
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.26913					
<i>Error: 0.0141 gl: 4</i>					
Tratamientos	Medias	n			
3.00	2.98	3	A		
1.00	3.32	3		B	
2.00	3.57	3		B	
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					

Anexo 8. Análisis de la varianza. Índice de sobrevivencia.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Índice de sobrevivencia	9	0.80	0.60	60.00	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44.44	4	11.11	4.00	0.1040
Bloques	5.56	2	2.78	1.00	0.4444
Tratamientos	38.89	2	19.4	7.00	0.0494
Error	11.11	4	2.78		
Total	55.56	8			
Test: LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=3.77826					
<i>Error: 2.7778 gl: 4</i>					
Bloques	Medias	n			
2.00	1.67	3	A		
1.00	3.33	3	A		
3.00	3.33	3	A		
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					
Test: LSD Fisher Alfa: = 0.05 DMS: = 3.77826					
<i>Error: 2.7778 gl: 4</i>					
Tratamientos	Medias	n			
2.00	0.00	3	A		
1.00	3.33	3	A	B	
3.00	5.00	3	B		
<i>Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)</i>					

Anexo 9. Fotos proceso de la producción semilla de Musa ssp.



Producción en tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río.



Brotos de tierra negra, cascarilla de arroz y arena de río.

Anexo 10. Fotos Proceso de producción de semilla de musa spp.



Selección planta madre



Mondado cormo y eliminación dominancia apical



Desinfección y secado del cormo



Repique de los brotes



Trasplante de brotes a bolsas de polietileno



Plántulas de plátano en vivero

