

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE: AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA
MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes)
Backer ex K. Heyne, Poaceae, "BAMBÚ ASPER"; EN FINCA "EL
CARMEN", SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ**

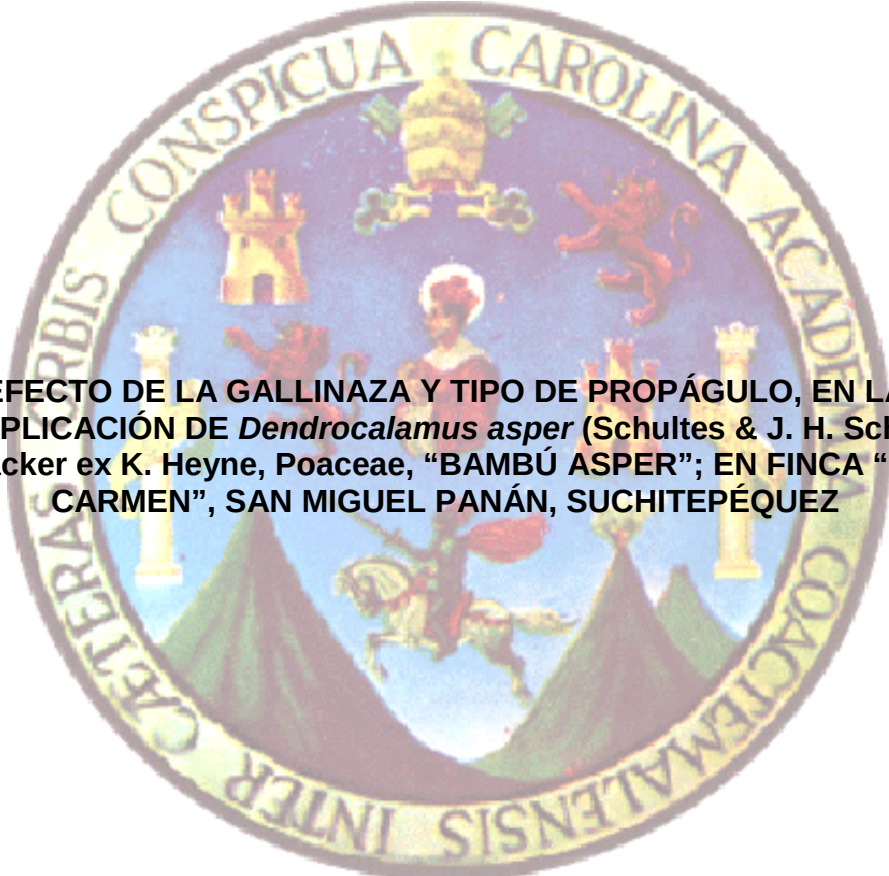


POR:

José Mauricio Díaz Morales
200540868

MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ, MARZO 2012

MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ, MARZO 2012
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE: AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a person on horseback, holding a staff or scepter. The figure is surrounded by various symbols, including a crown at the top, a lion on the right, and a castle on the left. The background of the seal is blue with green hills at the bottom. The text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" is written around the top half of the circle, and "ACADEMIA DE AGRICULTURA" is written around the bottom half. The words "CONSPICUA" and "CAROLINA" are also visible on the left and right sides respectively.

**EFFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA
MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes)
Backer ex K. Heyne, Poaceae, "BAMBÚ ASPER"; EN FINCA "EL
CARMEN", SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ**

POR:

José Mauricio Díaz Morales
200540868

ASESORADO POR:

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume
Ing. Agr. César Gustavo Aguilar Barrera
Ing. Agr. David Valdez Cancinos

MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ, MARZO 2012

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente
Autoridades

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar	Presidente
---------------------------------	------------

Representantes Docentes

MSc. Alba Ruth Maldonado de León	Secretaria
Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril	Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos	Vocal
--	-------

Representantes Estudiantiles

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
P.E.M. Carlos Enrique Jalel de los Santos	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera Trabajo Social

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

Coordinador Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar SaquimuxCanastuj

Coordinadora Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera Agronomía Tropical

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio

Encargado Carrera Gestión Ambiental Local

MSc. Celso González Morales

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las carreras de Pedagogía

Lic. Everardo Napoleón Rodas Ochoa

Encargada Carrera Periodista Profesional

Licda. Paola Marisol Rabanales

Mazatenango, agosto de 2,011

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguido MSc. Martín Sánchez:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores profesionales diarias.

Conforme a las normas establecidas en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Carrera de Agronomía Tropical, tengo el honor de someter a consideración el trabajo de graduación titulado: **“EFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “BAMBÚ ASPER”; EN FINCA “EL CARMEN”, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**; trabajo presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Agronomía Tropical en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, agradeciendo la presente me suscribo de usted,

T. P. A. José Mauricio Díaz Morales
Carné 200540868

Mazatenango, agosto de 2,011

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Respetable MSc. Martín Sánchez:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente hago constar que he procedido a supervisar y asesorar el trabajo de graduación titulado **“EFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “BAMBÚ ASPER”; EN FINCA “EL CARMEN”, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**; presentado por el estudiante José Mauricio Díaz Morales, quien se identifica con carné estudiantil No. 200540868.

Luego del asesoramiento otorgado y de la revisión del informe considero que el mismo llena los requisitos para continuar los trámites correspondientes, por lo que firmo la presente en calidad de asesor del trabajo de graduación.

Atentamente,

Ing. Agr. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume Ing.
Asesora Principal

Mazatenango, marzo de 2,012

Lic. José Alberto Chuga Escobar
Director Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Lic. Chuga Escobar:

Por medio de la presente me permito informar que el estudiante José Mauricio Díaz Morales, quien se identifica con carné No. 200540868 de la carrera de Agronomía Tropical ha concluido su trabajo de graduación titulado **“EFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “BAMBÚ ASPER”; EN FINCA “EL CARMEN”, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**; el cual fue supervisado y asesorado por los profesionales: Ing. Agr. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume, catedrática de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local; el Ing. Agr. Cesar Gustavo Aguilar Barrera, coordinador de la oficina de desarrollo económico local del Grupo Gestores nodo Suchitepéquez y el Ing. Agr. David Valdez Cancinos, técnico en innovación tecnológica del programa de recursos naturales del proyecto de bambú del ICTA CISUR.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical hago constar que el estudiante José Mauricio Díaz Morales ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a consideración el documento para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente.

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical

Mazatenango, marzo de 2,012.

Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguido Consejo Directivo:

Atentamente me dirijo a ustedes deseándoles éxitos en sus labores profesionales diarias.

Conforme a las normas establecidas en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Carrera de Agronomía Tropical, tengo el honor de someter a consideración el trabajo de graduación titulado: **“EFECTO DE LA GALLINAZA Y TIPO DE PROPÁGULO, EN LA MULTIPLICACIÓN DE *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “BAMBÚ ASPER”; EN FINCA “EL CARMEN”, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**; trabajo presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Agronomía Tropical en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, agradeciendo la presente me suscribo de ustedes, deferentemente

T. P. A. José Mauricio Díaz Morales
Carné No. 200540868

Mazatenango, marzo de 2,012

Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Respetables Miembros del Consejo Directivo:

Atentamente me dirijo a ustedes deseándoles éxitos en sus labores profesionales diarias.

Yo: **JOSÉ MAURICIO DÍAZ MORALES**, quien me identifico con el carné universitario 200540868; habiendo culminado con los requerimientos para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado. SOLICITO: la autorización del acto de graduación el día jueves 22 de marzo a las 17:00 horas del presente año. Y de conformidad con los requisitos para efectuar el acto propongo al Ingeniero Agrónomo José Mauricio Díaz del Valle, Colegiado Activo 1361; y a la Licenciada en Zootecnia Sylvanna Díaz Morales, Colegiada Activa 1134; como padrinos de graduación.

Sin otro particular, agradeciendo la presente y en espera de una respuesta positiva, me suscribo de ustedes.

Deferentemente,

T. P. A. José Mauricio Díaz Morales
Carné 200540868

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Porque de él viene mi ayuda y fortaleza, el cuidó mis pasos y él nunca me fallará.

LA VIRGEN MARÍA: Por haber estado conmigo a lo largo del camino, iluminándome e intercediendo a mi paso.

MIS PADRES: Mauricio Díaz y Fabiola Morales de Díaz por todo el amor y apoyo que me han dado; porque ellos son mi guía y mi ejemplo a seguir.

MIS HERMANAS: Sylvanna y Mónica Díaz, por su amor incondicional y ayuda constante.

MI FAMILIA: Especialmente a mis abuelos Marco Antonio Morales, Consuelo Toledo de Morales, Ofelia del Valle, y a mi tía Angélica del Valle; por todo su apoyo, respeto y cariño.

AGROCENTRO MARÍA: Por todo el soporte y por mantenerme enfocado en mis metas.

MIS COMPAÑEROS: Por la amistad sincera, respeto y compañerismo mostrado.

AGRADECIMIENTO

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A:** Centro Universitario de Sur Occidente (CUNSUROC), Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A:** Docentes de la carrera de Agronomía Tropical, del Centro Universitario de Sur Occidente.
- A:** Asesores de Investigación:
Inga. Agr. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume
Ing. Agr. César Gustavo Aguilar Barrera
Ing. Agr. David Valdez Cancinos
- A:** Grupo Gestores nodo Chicacao, Suchitepéquez
- A:** Municipalidad de San Miguel Panán, Suchitepéquez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Marco conceptual.....	3
2.1.1.	Cultivo del “bambú”.....	3
2.1.2.	Investigaciones relacionadas con propagación de “bambú”.....	16
2.1.3.	Utilización de sustratos.....	20
2.1.4.	Utilización de gallinaza.....	21
2.1.5.	Uso de gallinaza en Guatemala.....	24
2.1.6.	Proporciones de sustratos con gallinaza para viveros en Guatemala.....	25
2.1.7.	Experiencia de gallinaza en sustratos en el crecimiento de plantas de “macadamia”, <i>Macadamia integrifolia</i>	25
2.2.	Marco referencial.....	26
2.2.1.	Vivero de “bambú”, <i>G. angustifolia</i> , en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez.....	26
III.	OBJETIVOS.....	30
IV.	HIPOTESIS.....	31
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
5.1.	Materiales y equipo.....	32
5.1.1.	Materiales.....	32
5.1.2.	Equipo y herramienta.....	32
5.2.	Recursos humanos.....	33
5.3.	Recursos económicos.....	34
5.4.	Metodología.....	34
5.4.1.	Diseño experimental y tipo de experimento.....	34
5.4.2.	Tratamientos evaluados.....	35
5.4.3.	Descripción de factores y niveles adecuados.....	35
5.4.4.	Tratamientos y repeticiones.....	36

5.4.5.	Unidades experimentales.....	37
5.4.6.	Variables evaluadas y duración del experimento.....	37
5.4.7.	Modelo estadístico.....	38
5.4.8.	Análisis de varianza.....	39
5.4.9.	Comparación múltiple de medias.....	41
5.4.10.	Croquis del experimento en campo.....	42
5.4.11.	Ubicación del sitio experimental y montaje del diseño en campo.....	43
5.4.12.	Manejo agronómico y técnico del experimento.....	48
5.4.13.	Toma y análisis de datos.....	48
VI.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
6.1.	Características de los sustratos utilizados en base a un análisis físico –químico.....	51
6.2.	Determinación del mejor sustrato, tipo de propágulo e interacción de acuerdo a los días a la brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en condiciones de vivero.....	54
6.3.	Establecimiento del sustrato, tipo de propágulo e interacción más adecuada para generar mayor porcentaje de brotación en “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en condiciones de vivero.....	59
6.4.	Definición del mejor sustrato, tipo de propágulo e interacción de acuerdo a la altura y diámetro de los brotes del cultivo de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en condiciones de vivero.....	63
6.5.	Comparación de costos para los tratamientos evaluados al multiplicar “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en condiciones de vivero.....	71
VII.	CONCLUSIONES.....	76
VIII.	RECOMENDACIONES.....	78
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
X.	ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Taxonomía del “bambú asper”, <i>D. asper</i>	8
2.	Recursos económicos.....	34
3.	Descripción de los tratamientos evaluados (sustrato más tipo de propágulo).....	36
4.	Modelo matemático (ANDEVA) para parcelas divididas en arreglo factorial.....	40
5.	Resultados de los análisis físicos de los sustratos.....	51
6.	Resultados de los análisis químicos de los sustratos.....	52
7.	Días a la brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	54
8.	Transformación de la variable días a la brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	55
9.	ANDEVA para la variable días a la brotación.....	56
10.	Prueba múltiple de medias Tukey al 1% para la variable días a la brotación, factor A (sustratos).....	56
11.	Prueba múltiple de medias Tukey al 1% para la variable días a la brotación, factor B (tipos de propágulos).....	57
12.	Porcentaje de brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	60
13.	Transformación de la variable porcentaje de brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	61
14.	ANDEVA para la variable porcentaje de brotación.....	61
15.	Altura (m.) de los brotes de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	64
16.	ANDEVA para la variable respuesta altura (m.) de brotes.....	65
17.	Prueba múltiple de medias Tukey, al 1% para la variable altura (m.) de brotes, factor B (tipos de propágulos).....	65

18.	Diámetro (cm.) de brotes de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	67
19.	ANDEVA para la variable respuesta diámetro (cm.) de brotes.....	68
20.	Prueba múltiple de medias Tukey al 1% diámetro (cm.) de brotes, factor B (tipos de propágulos).....	69
21.	Costos de producción para multiplicar 1000 plantas de “bambú asper”, <i>D.</i> <i>asper</i> , en cada uno de los tratamientos.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Croquis del experimento en el campo.....	42
2.	Dimensiones reales de las parcelas en el campo para la investigación realizada.....	43
3.	Croquis de siembra de los propágulos en una parcela.....	47
4.	Días a la brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	58
5.	Porcentaje de brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	62
6.	Altura (m.) de brotes de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	66
7.	Diámetro de brotes de “bambú asper”, <i>D. asper</i> , en los nueve tratamientos.....	69
8.	Análisis de correlación entre la variable altura y diámetro de brotes....	70
9.	Gráfica de costos de producción para los tratamientos evaluados.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

1.	Mapa de ubicación de San Miguel Panán, Suchitepéquez.....	85
2.	Mapa de ubicación de la finca “El Carmen”.....	85
3.	Análisis físico-químico de gallinaza.....	86
4.	Boleta para la toma de las variables.....	87
5.	Vivero de bambú en finca “El Carmen” San Miguel Panán Suchitepéquez.....	88
6.	Gallinaza compostada utilizada en la investigación.....	88
7.	Fuente de arena blanca utilizada en la investigación.....	89
8.	Preparación de los sustratos.....	89
9.	Camas propagativas utilizadas en la investigación.....	90
10.	Extracción de rizoma con segmento de culmo utilizados para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	90
11.	Extracción de tallos o culmos utilizados para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	91
12.	Extracción de yemas con segmento de rama utilizadas para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	91
13.	Rizoma con segmento de culmo utilizado para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	92
14.	Segmento de culmo utilizado para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	92
15.	Yema con segmento de rama utilizada para la multiplicación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	93
16.	Siembra de rizoma con segmento de culmo en la investigación.....	93
17.	Siembra de segmento culmo en la investigación.....	94
18.	Siembra de yema con segmento rama en la investigación.....	94
19.	Aplicación de ácido indolbutírico (auxinas) a los propágulos.....	95
20.	Aplicación de fertilizante en los tratamientos evaluados.....	95
21.	Brotación de yema con segmento rama.....	96

22.	Brotación de segmentos culmo.....	96
23.	Medición de la altura de brotes.....	97
24.	Medición del diámetro de brotes.....	97
25.	Brotación de “bambú asper”, <i>D. asper</i>	98
26.	Toma de datos de las variables evaluadas en la investigación.....	98

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la gallinaza y tipo de propágulo, en la multiplicación de *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “bambú asper”; en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

El estudio se llevó a cabo a través de un diseño experimental en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas conformado por nueve tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental consistió en un área de 2.28m², un volumen de sustrato de 0.684m³ y seis propágulos (fragmento de tejido para propagación vegetativa) de “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, sembrados al tres bolillo.

Los tratamientos estuvieron constituidos por tres sustratos con diferentes proporciones de suelo, gallinaza y arena: 1:0:0 (0% de gallinaza), 3:1:1 (20% de gallinaza) y 2:1:1 (25% de gallinaza); y tres tipos de propágulos: rizoma con segmento de culmo, segmento de culmo y yema con segmento de rama; la duración de la investigación en campo fue de 90 días.

Las variables respuesta evaluadas fueron: días a la brotación, porcentaje de brotación, altura de brotes y diámetro de brotes. También se realizó un análisis físico – químico de los sustratos utilizados y un análisis de comparación de costos de producción para todos los tratamientos evaluados.

El análisis de los sustratos evaluados presentó características similares para cada uno de ellos. El factor “A”, sustratos con diversas proporciones de gallinaza, y la interacción entre ambos factores, estadísticamente, no fueron significativos para las variables respuesta.

El factor “B”, tipos de propágulos, fue altamente significativo para cada una de las variables; el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no produjo brotación

durante los noventa días de investigación por lo que no se obtuvo ningún resultado sobre este nivel; mientras que para los tipos de propágulos de yema con segmento de rama y segmento de culmo, se determinó que estadísticamente presentaron el mismo resultado en cada una de las variables respuesta.

Se concluyó en base al análisis de comparación de costos que el mejor tratamiento para multiplicar “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero, es el que incluye el propágulo de yema con segmento de rama sembrado en suelo sin adición de gallinaza (T3); y los tratamientos que incluyen el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no son recomendados para dicha actividad agrícola. También se pudo establecer que la adición de gallinaza en viveros de “bambú asper”, *D. asper*, no proporciona un beneficio significativo en la etapa de multiplicación.

I. INTRODUCCIÓN

La Red Nacional de Grupos Gestores trabaja en diez departamentos y 40 municipios de Guatemala, tiene como fin impulsar el desarrollo local del país. El Nodo Suchitepéquez, posee un proyecto para desarrollar el cultivo de “bambú” en los municipios de Chicacao y San Miguel Panán, Suchitepéquez.

Dicho proyecto se encuentra ubicado en el Municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez específicamente en Finca “El Carmen”, a 153 km. de la ciudad capital de Guatemala, en las coordenadas geográficas, latitud norte 14°31'41.38" y longitud oeste 91°22'0.486", a una elevación de 354 msnm., y dentro de la que se arrendan 39,300 m² para el establecimiento del vivero de bambú, también poseen una planta para compostaje de gallinaza, que funciona para la producción de material orgánico como componente de sustratos o abono.

Solamente se habían propagado plantas de “bambú”, *Guadua angustifolia* Kunth. *Poaceae*, en el proyecto de la finca “El Carmen, teniendo como meta a largo plazo cubrir un área de 160 hectáreas cultivadas. Sin embargo, como una alternativa para la diversificación del cultivo y por fines de rentabilidad se deseaba multiplicar “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, *Poaceae*, debido a que el culmo o tallo de la planta adulta es más grueso y resistente, por lo que su demanda para uso en construcciones es muy elevada y económicamente es más rentable.

Sin embargo, el “bambú asper”, *D. asper*, no se había propagado dentro del vivero de la finca “El Carmen”; por lo que se requería de información sobre los tipos de propágulos más eficaces y los sustratos funcionales para su multiplicación utilizando los materiales y recursos disponibles dentro de la unidad productiva.

La investigación se realizó con el fin de establecer el mejor método y sustrato para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*; y la importancia de ella radica en lograr un vivero eficiente en la propagación de plantas con la mejor calidad de brotes posibles.

Entre los objetivos de la presente investigación están: definir las características físicas y químicas de los sustratos, determinar el sustrato más efectivo, el mejor método de reproducción vegetativa, y la interacción más adecuada para multiplicar “bambú asper”, *D. asper*.

El experimento se desarrolló en un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, en donde, se concretizó la evaluación de tres tipos de propágulos y tres sustratos en la finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Para tal efecto se realizaron nueve camas germinativas agrupadas en bloques de tres parcelas grandes de sustratos con diversas proporciones de gallinaza y dentro de las que se multiplicó el material por tres métodos de reproducción vegetativa, parcelas pequeñas; se aplicó una ácido indolbutírico, como estimulante para el desarrollo radicular y se manejó en condiciones de vivero; empleando fertilizaciones; control de malezas y manejo de sombra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco Conceptual:

2.1.1. Cultivo del “bambú”:

2.1.1.1 Situación actual del “bambú”:

El comercio mundial de “bambú” se estima actualmente en 14,000 millones de dólares estadounidenses anuales. Más de 2.5 billones de personas en el mundo comercializan o utilizan el “bambú”. Las técnicas modernas de procesamiento permiten el uso de “bambú” en las industrias que lo utilizan como materia prima, para fabricación de pisos, productos en tablas, laminados y muebles. El “bambú” se está convirtiendo en un sustituto para la pulpa de madera y la industria del papel; aproximadamente el 25% de la fibra utilizada cada año en la industria del papel en la India proviene de bambú (IGN. 1,976).

Según Fernández, H. (2,004); los brotes de “bambú” son ahora cultivos importantes en el mercado nacional e internacional. China es el líder exportador de productos de “bambú”, con un valor de sus exportaciones cercano a los 300 millones de dólares americanos. La industria de los muebles en “bambú” es un negocio en expansión dentro de muchos países.

En el mundo entero el comercio informal de “bambú” se ha estimado en un valor de 4.5 billones de dólares americanos por año. Dado que los asiáticos son los pioneros en la transformación de la materia y en el desarrollo de la maquinaria; la entrada a mercados exigentes como Estados Unidos y países Europeos ha sido posible gracias a ellos (b. Londoño, X. 1,990).

Los productos de “bambú” exportados por China tienen como destino países como Alemania, Reino Unido, Francia, Italia, Holanda, Bélgica, España y Estados Unidos, de todos estos productos, el 40% lo representan los brotes de “bambú” enlatados para la industria alimenticia (INTECAP/ICTA. 1,990).

En cuanto a la producción, China lidera la exportación seguida de la India, Filipinas, Taiwán, Indonesia y Colombia. En Guatemala durante los últimos años el interés por el “bambú” ha aumentado, debido a la conciencia ecológica y al incremento del mercado de los productos elaborados con dicha materia prima (INTECAP/ICTA. 1,990).

2.1.1.2. Importancia económica:

Según Fernández, H. (2,004); la importancia económica que representa el “bambú” como fuente de materia prima radica en la industria de muebles, pisos, artesanías, enseres del hogar, construcción de viviendas, invernaderos, puentes rurales, conducción de agua y en la industria alimenticia, lo que conlleva a la consideración de que las inversiones con este recurso son recuperables a corto plazo.

2.1.1.3. Importancia social:

Se estima que el “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, *Poaceae*, es una especie que satisface las más apremiantes necesidades de la población rural pudiéndose hacer explotaciones que de manera sostenible contribuyan a mejorar la calidad de vida, ayudando a reducir la pobreza en el país y en las regiones donde se establecerá el cultivo.

El impacto social más notorio viene a darse en una mayor facilidad para la obtención de materia prima para la construcción, la cual estará accesible y a un bajo costo cuando no se presente un mercado presionado (Fernández, H. 2,004).

2.1.1.4. Importancia ecológica:

El impacto ecológico como fuente conservacionista en los sistemas naturales que posee el “bambú” radica en su rápido crecimiento, fácil propagación, alta captura de bióxido de carbono, producción de oxígeno, y en aspectos de gran importancia para el desarrollo del Protocolo de Kyoto (Fernández, H. 2,004).

2.1.1.5. Factores edáficos y climáticos:

Generalmente la adaptación del “bambú” al clima varía según su especie, sin embargo la mayoría de ellas tolera muy bien los cambios en las condiciones climáticas, tales como altitud, precipitación y temperatura (IGN. 1,976).

El periodo de crecimiento de la planta y de sus brotes es influenciada por un factor muy importante, la lluvia, pues se necesita una considerable cantidad de precipitación constante para ayudar al buen desarrollo del “bambú”, en época de sequía crece deficientemente; y para garantizar la brotación de los propágulos es importante esperar cierta cantidad de lluvia antes de la extracción de la semilla y después de la siembra (IGN. 1,976).

a. Precipitación pluvial:

Según Hidalgo, O. (1,974) y Uchimara, E. (1,980); citados por Rodas, O. (1,988) la precipitación pluvial mínima es de 762 mm. anuales, el máximo se desconoce. Existen plantaciones que se encuentran en zonas donde la precipitación es mayor de 6,350 mm. al año. La variación más común es de 1,270 a 4,050 mm. anuales.

b. Temperatura:

Según Hidalgo, O. (1,974); citado por Rodas, O. (1,988); el “bambú” se desarrolla entre los 9 y los 36°C; se han reportado plantas ubicadas a temperaturas muy bajas (menor a 15°C) y algunas otras a temperaturas muy altas (incluso sequías).

c. Humedad relativa:

El cultivo de “bambú” se desarrolla adecuadamente en zonas de humedad relativa alta, 80% o más (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988).

d. Altitud:

Según Hidalgo, O. (1,974); citado por Rodas, O. (1,988); en Latinoamérica se reportan “bambúes” en las playas del Caribe (0 m.s.n.m.) y también se han ubicado en la cordillera Andina (4,500 m.s.n.m.). En Asia se han encontrado en el Himalaya a 3,500 m.s.n.m. y playas de Oceanía, a 0 m.s.n.m.

Sin embargo la altitud recomendada en Guatemala para la propagación de *D. asper* es de 300 a 1200 m.s.n.m. (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988).

e. Inclinación:

Chen, Ch. (1,984); citado por Rodas, O. (1,988); comenta que la inclinación del terreno apropiada para el cultivo y crecimiento del “bambú” es de 15°, lo que facilita el cuidado y manejo del mismo.

f. Suelos:

El terreno apropiado para el cultivo es arenoso, húmedo, profundo y con buen drenaje pero que pueda retener algo de humedad, especialmente si contiene cantidades adecuadas de nitrógeno y silicatos que ayudan al buen crecimiento del “bambú”, el terreno que acumula mucha agua no es adecuado para el cultivo (IGN. 1,976).

Según Hidalgo, O. (1,974); citado por Rodas, O. (1,988); no se conocen “bambúes” que se desarrollen en suelos salinos. Las condiciones que se consideran adecuadas para el “bambú” son las siguientes: texturas francas, franco-arcillosa, franco-arenoso; suelos fértiles, bien drenados y con alto contenido de Nitrógeno que es uno de los elementos de mayor consumo del bambú, con alto contenido de materia orgánica, pH entre 5.5 y 6.5, pobres en fósforo, mediano en potasio, altos en aluminio, hierro, manganeso, bajos en contenido de calcio y magnesio, con colores amarillo, amarillo castaño y amarillo-rojizo-claro.

Es difícil encontrar, de forma natural, “bambúes” en suelos negros mezclados con grava, de estructura granular o blocosa, sin embargo el desarrollo es similar en ambos casos. El suelo que contiene más nitrógeno y ácido de silicón ayuda al crecimiento del “bambú” (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988).

Según Takenouchi, K. (1,932); citado por Rodas, O. (1,988); la mayor parte de los “bambúes” no se desarrollan en suelos muy húmedos, ni en suelos bajos que se inundan o con nivel freático muy alto.

2.1.1.6. Clasificación taxonómica del “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae.

La clasificación taxonómica del cultivo de “bambú asper”, *D asper*, se presenta en el cuadro uno.

Cuadro 1: Taxonomía del “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Equisetopsida C. Agardh</i>
Subclase	<i>Magnoliidae Novák ex takht.</i>
Superorden	<i>Lilianaes Takht.</i>
Orden	<i>Poales Small</i>
Familia	<i>Poaceae Barnhart</i>
Genero	<i>Dendrocalamus Nees</i>
Especie	<i>Asper Schult. & Schult. f.</i>

Fuente: Heyne, K. (1,927).

Según Valdez, D. (2,010); *D. asper* es conocido comúnmente como: “bambú asper”, “bambú”, “asper”, “tarro gigante”, “bambú gigante” o “bambú verde”.

2.1.1.7. Descripción anatómica:

En esta especie, los tallos alcanzan de 20 a 39 metros de altura y un diámetro de 20 a 30 centímetros. Las paredes del tallo tipo tubular tienen un grosor de medio a dos centímetros. Los entrenudos distan de 30 a 45 centímetros, su rizoma es de tipo paquimorfo (a. Londoño, X. 1,990).

2.1.1.8. Origen:

Según Reina, V. (2,010); el origen semántico del nombre *Dendrocalamus asper* proviene del griego: dendron: árbol; calamus: caña; asper: áspero. La especie es nativa

de Asia, debido a que allí se localizaron grandes extensiones de este “bambú gigante”, *D. asper*, en forma natural.

Es una planta nativa de la India, Birmania y Tailandia, en nuestro país fue introducida y sembrada por primera vez, alrededor del año de 1,987 en la entrada del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez, en el kilómetro 121 de la ruta al pacífico, entre los 200 y 600 metros sobre el nivel del mar; para luego ser propagada en varios municipios de la Costa Sur tales como: San Miguel Panán, Chicacao, San Pablo Jocopilas en Suchitepéquez; así como en Cuyuta y Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, entre otros.

2.1.1.9. Morfología:

Estructuralmente, está constituido por un culmo el cual se compone de un sistema de ejes vegetativos o tallos segmentados por nudos (anillos a lo largo del tallo), entrenudos (espacio entre los nudos); de un rizoma (tallo subterráneo modificado) y de las raíces que se extienden libre y agresivamente por el subsuelo (Reina, V. 2,010).

Según Reina, V. (2,010); el rizoma es el órgano que fija y soporta a la planta en el suelo; es el que absorbe (a través de las raíces que produce), almacena y dosifica los líquidos y nutrientes al organismo vegetal; y es el que actúa como elemento de propagación asexual del bambú.

Según Reina, V. (2,010); el tallo tiene forma cilíndrica y espacios huecos separados transversalmente por tabiques o nudos que le dan una gran rigidez y al mismo tiempo, flexibilidad y resistencia. Los tallos, llamados comúnmente culmos, difieren en altura, diámetro y forma de crecimiento, según la especie y las características agro-ecológicas del lugar del cultivo.

El culmo o tallo brota del suelo con el diámetro máximo y final que tendrá hasta su madurez, desarrolla su longitud completa durante el periodo invernal, luego brotan las

ramas y las hojas en un tiempo de hasta seis años, llamado periodo de maduración o sazónamiento, en el que adquiere las características físico - mecánicas de la madera sólida (Reina, V. 2,010).

Según Reina, V. (2,010); los diferentes grados de resistencia y de dureza que va adquiriendo a través de los años, pueden ser aprovechados para diferentes fines, tales como: fabricación de muebles, artesanías, postes y viviendas, entre otros. La altura promedio puede superar holgadamente los 30 metros de longitud; su diámetro puede sobrepasar de los 20 centímetros; y su color es verde claro, aunque puede tener ligeras variaciones a verde oscuro o amarillento.

Reina, V. (2,010); comenta que cada cepa, puede producir hasta 15 kilómetros de tronco útil, a lo largo de su vida útil. La distancia de sus entrenudos esta dentro del rango de 20 a 50 centímetros de longitud y el espesor de la pared varía de los 11 a 36 mm.

2.1.1.10. Tipo de bambú:

De acuerdo con la forma y el hábito de ramificación del rizoma existen grupos o tipos de clasificación para los “bambúes”, el tipo al que pertenece el *D. asper* es:

Tipo paquimorfo: Tiene rizomas cortos y gruesos, con raíces en su parte inferior y yemas laterales que solo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos. Generalmente el desarrollo de los rizomas es radial, por lo cual los tallos aéreos, se ven aglutinados formando muchos grupos (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988).

Según Hidalgo, O. (1,974); citado por Rodas, O. (1,988); los rizomas tienen yemas laterales solitarias en forma de domo o semiesfera las cuales se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en culmos. La iniciación de los culmos bajo condiciones

naturales se presenta en este grupo al comienzo de una estación lluviosa, siguiente a un periodo relativamente seco.

2.1.1.11. Métodos de propagación o multiplicación (tipos de propágulos):

Valdez, D. (2,010); indica que la propagación del “bambú” se completa al obtener una planta lista para desarrollarse en campo definitivo; mientras que la multiplicación es la etapa de la propagación que consiste en reproducir una planta, a través de un propágulo, hasta el momento de la brotación inicial.

Según Hidalgo, O. (1,974); citado por Rodas, O. (1,988); los “bambúes” del grupo paquimorfo pueden propagarse o multiplicarse por semilla y por fracción vegetativa.

- a.** Por semillas (sexual): debido a que la floración del “bambú” se presenta a intervalos muy largos (15 o más años) no es común el empleo de semillas sexuales en su propagación o multiplicación.

Rodas, O. (1,988) y Cortés, G. (2,005) coinciden en que los métodos de propagación o multiplicación (tipos de propágulos) más efectivos para el “bambú” son los siguientes:

- b.** Rizomas (con segmento o fracción de culmo): La forma más segura y efectiva de propagar el “bambú”, es por medio de rizomas completos de uno a tres años de edad, que aún tengan yemas no desarrolladas, sin embargo este método de propagación o multiplicación, conocido también como “offset”, que consiste en un rizoma con fracción de culmo con dos o más nudos, es utilizado mayormente en “bambúes” de rizoma leptomorfo y amfimorfo; el éxito de este método depende en parte de la vitalidad del rizoma utilizado y de la época del año en que se siembra. Si los rizomas se toman de plantas jóvenes y saludables, y se siembran simultáneamente con la iniciación de las lluvias, puede esperarse éxito en la brotación, pero si los rizomas son tomados de plantas adultas y sembrados antes de las lluvias se reducirá ampliamente el porcentaje de brotación. El grado de

éxito es variable, pero puede ser del 80 al 100%, dependiendo de la especie, (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988 y Cortés, G. 2,005).

- c. Secciones de culmo: este sistema consiste en plantar secciones (± 1 m de largo) de tallos o culmos maduros que tengan más de dos años de edad, guiando las yemas laterales o ramas hacia la superficie, generalmente cada segmento posee dos entrenudos; estas secciones pueden ser sembradas horizontalmente, verticalmente o en ángulos y deben tener al menos un nudo bien cubierto. De igual manera se puede propagar con fracción de tallo o culmo y perforación para mantener $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad con agua, este método es efectivo para ser utilizado en suelos relativamente secos (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988 y Cortés, G. 2,005).
- d. Yemas con sección de ramas laterales: consiste en la separación de ramas laterales a partir del culmo o tallo central para obtener nuevos individuos luego de sembrarlos en sustratos fértiles, con dos o más nudos por fracción (a. Londoño, X. 1,990). Las ramas utilizadas para este propósito, son por lo general, las de la parte intermedia del culmo, que presentan un hinchamiento en su parte basal, en la cual aparecen espontáneamente y en abundancia, una serie de papilas o téticas que los botánicos denominan primordios radicales, los que luego se transforman en raíces. Las ramas que no presentan esta característica no producen raíces (Hidalgo, O. 1,974; citado por Rodas, O. 1,988).

Los métodos de propagación o multiplicación (tipos de propágulos) mencionados se pueden realizar a suelo directo o en viveros establecidos con bolsa de polietileno o en camas germinativas de sustratos ricos en materia orgánica y arena.

Según (a) Londoño, X. (1,990), para la obtención de los propágulos y la siembra de los mismos, los meses apropiados son de Mayo a Junio, antes de que brote el retoño y después de que inicien las lluvias. Es necesario seleccionar los tallos que tengan entre dos y tres años de edad, cortando sobre el primer nudo, usando una hacha o

machete, se escogen los culmos que contengan mayor cantidad de yemas y se segmentan con una sierra, procurando no hacer ningún daño a las yemas para sembrarlos inmediatamente.

2.1.1.12. Plagas y enfermedades:

Bereau, P. (2010), menciona que el bambú tiene relativamente pocos enemigos e incluso es resistente al ataque de mucho de ellos. Sin embargo, el “escarabajo”, *Podischnus agenor*, Scarabaeidae, penetra los vástagos jóvenes en Centro América. El piojo *Asterolecanium bambusae*, Asterolecaniidae, es abundante en cañas de bambú en Puerto Rico; sin embargo se desconoce si causa algún daño significativo al crecimiento. Una enfermedad muy seria conocida como el “añublo del bambú”, causada por el hongo *Sarocladium oryzae*, ha decimado al bambú en Bangladesh en años recientes. El “añublo del bambú”, *S. oryzae*, se puede controlar parcialmente con fungicidas y prácticas de tipo cultural. El *D. asper* no es resistente a las heladas, sufriendo daño foliar a una temperatura de -1 °C. y a una temperatura de -2 °C la planta muere hasta su base.

En el cultivo de bambú se han detectado las siguientes enfermedades:

- a. Mosaico del bambú: Enfermedad sistemática causada por el virus del mosaico, potexvirus, se distingue por las estrías verdes y amarillas en las hojas.
- b. Marchitez bacteriana o bacteriosis, (*Pseudomonas alboprecipitans*): Es una bacteria cuyo hábitat se encuentra en las partes aéreas a partir del suelo, forma manchas circulares de color café rojizo.
- c. Royas, (*Puccinia sorghi*): Son comunes y aparecen como pequeñas pústulas cafés en el envés de las hojas en su primera fase.

- d. Fumagina (*Capnodium citri*): Causada por hongos que se alimentan de la miel excretada por escamas y áfidos, se presenta con un micelio negro.
- e. Picudo gigante de Taiwán (*Rhynchophorus longimanus*): Una generación ocurre en enero, otra en abril y otra en octubre haciendo perforaciones en el ápice del brote del bambú (a. Londoño, X. 1,990).

2.1.1.13. Fertilización:

Para fertilizar correctamente el “bambú”, como cualquier otro cultivo, sería necesario investigar las necesidades nutricionales de la planta así como efectuar un análisis de suelo, sin embargo esta información aún no se encuentra disponible, por lo que en general durante el primer año después de haber sembrado la cepa de bambú se han utilizado comúnmente fórmulas comerciales de triple 15 y urea en la siguiente proporción: 40% de triple 15 y 60% de urea, de la anterior mezcla se ha aplicado un kilogramo por planta (macolla) dos veces al año, una en el mes de abril y otra en el mes de agosto. Para el “bambú” de dos años se ha realizado tradicionalmente una mezcla con 50% de urea y 50% de triple quince aplicándole por macolla, un kilogramo en el mes de abril y otro en el mes de agosto. Para “bambúes” de tres años o más se hace una mezcla de 60% de triple quince y 40% de urea y se aplican dos kilogramos en abril y otros dos kilogramos en el mes de agosto, por planta (a. Londoño, X. 1,990).

2.1.1.14. Cosecha:

Según (b) Londoño, X. (1,990), la cosecha de esta planta se efectúa entre los seis a ocho años, y desde los tres años se deben efectuar “raleos” con el fin de obtener un mejor producto a través de un buen manejo.

2.1.1.15. Usos y beneficios:

Reina, V. (2,010); comenta que sorprendentemente, los productos sustitutos y complementarios naturales del bambú gigante, son las maderas, que por su calidad, son llamadas finas, tales como: palo blanco (*Rosedendrom donell smitthii*), caoba

(*Swietenia macrophylla*), teca (*Tectona grandis*), laurel (*Cordia alliodora*), guayacán (*Tabebuia spp.*), entre otras. Sin embargo estas maderas no presentan la misma versatilidad y resistencia que tiene el bambú gigante para los diferentes usos, desde la artesanía, hasta la construcción, características que hacen la explotación de este producto, atractiva y rentable.

Los tallos pueden ser usados en la construcción de viviendas, puentes rurales, cercas, conducción de agua, muebles artesanías y otras industrias. Es ideal para hacer nuevos proyectos, tales como artículos laminados, arte de engomar, artículos comprimidos, revestimiento (b. Londoño, X. 1,990).

Indudablemente, otros bambúes, como la “caña guadua” ó “bambú guadua”, *Guadua angustifolia Kunth*, *Poaceae*, por ejemplo, se presenta como producto sustituto y complementario de la caña gigante (Reina, V. 2,010).

Según Reina, V. (2,010), los beneficios que aporta el cultivo de “bambú gigante”, *Dendrocalamus spp.*, son innumerables, entre ellos se destacan los siguientes:

- a. Recuperación de tierras desoladas o baldías, sin uso aparente.
- b. Protección de pendientes, riveras, ríos y quebradas, con la ayuda de su sistema radicular, formando redes gigantescas de rizomas y raíces debajo de la superficie de los suelos, reteniéndolos o sosteniéndolos a los mismos, evitando además, la erosión.
- c. Protección de las fuentes de agua contra la evaporación gracias a la sombra que proporciona el follaje. Únicamente sembrados en riveras de ríos o esteros.
- d. Mantiene la humedad de los suelos almacenando gran cantidad de agua en sus tallos durante invierno, regresándola al suelo, a través de las raíces, en verano.

- e. Lugar de vida y fuente de alimento para varias especies animales, especialmente aves y reptiles.
- f. La explotación de este producto, permite proteger bosques primarios con otras especies maderables, que demoran hasta cincuenta años en crecer, mientras que el *D. asper*, se puede cosechar a partir del quinto año, sin que la macolla deje de producir nuevos brotes.
- g. Aporta de dos a cuatro toneladas de biomasa por hectárea al año.
- h. Aporta 35% más de oxígeno que otras especies forestales.
- i. Captura aproximadamente 12 toneladas de anhídrido carbónico por hectárea.

2.1.2. Investigaciones relacionadas con propagación de “bambú”:

2.1.2.1. Evaluación de cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de bambú, en san Miguel Panán, Suchitepéquez:

Rodas, O. (1,988), realizó una tesis en la que se evaluaron cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de bambú, sembradas directamente en el campo; bajo condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, san Miguel Panán, Suchitepéquez.

Para el efecto se evaluó lo siguiente:

- Días a la brotación.
- Porcentaje de brotación.
- Porcentaje de sobrevivencia.
- Altura de brotes.

Se utilizó un arreglo experimental en bloques al azar con parcelas divididas, evaluándose un total de treinta y cinco tratamientos (combinación de cinco especies con cinco métodos vegetativos de propagación), en tres repeticiones. La parcela grande correspondió a la especie y la pequeña al método, en esta última se sembraron diez unidades de cada material.

Las especies evaluadas fueron *Bambusa tulda* Roxb., *Bambusa ventricosa* McClure, *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro, *Bambusa tuldoidea* Munro, *Bambusa arundinacea* Willd., *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis y *Bambusa vulgaris* vr. *Striata* Schrad ex Wendll.

Los métodos de propagación vegetativa evaluados, fueron: 1) rizoma completo; 2) fracción de rizoma con dos yemas; 3) rizoma con fracción de tallo con dos nudos (offset); 4) fracción de tallo con dos nudos y perforación para mantener las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad con agua y 5) fracción de rama con dos nudos totalmente enterrada.

Los principales resultados indicaron que, el método de propagación vegetativa, que mejor respondió fue el de rizoma con dos nudos (offset), en todas las especies evaluadas; obteniéndose porcentajes de brotación de 70 a 100% y sobrevivencia de 30 a 90% según la especie.

Al método anterior, le siguió el de propagación por fracción de tallo perforado más agua; en la especie *B. tulda*, *G. verticillata*, *B. arundinacea* y *B. vulgaris* vr. *striata*; lográndose con este método, porcentajes de brotación de 25 a 76% y sobrevivencia únicamente en la *B. arundinacea* en un 35%.

El método de propagación por rizoma completo, únicamente respondió en las especies *B. vulgaris* vr. *striata* y *B. tuldoidea*; con 20 y 30% de brotación respectivamente y sobrevivencia solo en la primera especie en un 100%.

Por el método de fracción de rizoma, hubo brotación en la especie *B. vulgaris* vr. *striata* en un 23% y sobrevivencia de 70%.

Utilizando fracción de ramas, respondieron las especies *B. vulgaris* vr. *striata* y *B. arundinacea* con porcentajes de brotación de 15 y 40% respectivamente, sobreviviendo la primera especie en un 25% de los propágulos brotados.

En conclusión se tuvo que, el método más eficiente, en función de las variables estudiadas, resultó ser el de propagación con fracción de tallo con dos nudos (offset) y las especies que mejor respondieron a los diferentes métodos evaluados fueron: *B. vulgaris* vr. *striata*, que respondió a los cinco métodos de propagación evaluados y la *B. arundinacea*, respondió a los cinco métodos de propagación evaluados.

La respuesta en brotación, utilizando rizomas completos y fraccionados fue nula en casi todas las especies, se infiere que la principal causa de este resultado fue la utilización de los rizomas juveniles en la propagación similar respuesta se dio en la propagación por el método de fracción de ramas.

Las especies de menor respuesta en brotación y sobrevivencia, aún propagadas por offset, fueron *B. tuldoides* y *B. longispiculata*, sufriendo secamiento y pudrición la mayoría de propágulos utilizados, por lo que, no se recomienda la siembra de estas especies en época similar a la presente evaluación.

2.1.2.2. Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación en la Habana, Cuba:

Gallardo, C. (2,008), realizó una investigación en la que determinó que *Guadua angustifolia* K. es una planta de origen centroamericano con gran importancia desde el punto de vista económico y social. La propagación por estacas en esta especie no ha podido ser utilizada, debido a los bajos coeficientes de brotación y supervivencia de las

plantas, ya que se emplean para la propagación estacas a partir de ramas laterales de plantas adultas.

El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar una estrategia para lograr la brotación de las yemas en condiciones de viveros a partir de estacas obtenidas de ramas de plantas adultas y tallos de chusquines en crecimiento. Se evaluó la influencia del diámetro de las estacas en la brotación de las yemas, donde se compararon estacas con diámetro mayor y menor de un centímetro. Se estudió la relación entre el diámetro de las estacas y la dinámica de crecimiento de las yemas brotadas, para lo cual se emplearon estacas con diferentes diámetros (1-1.4; 1.5-1.9; 2-2.4; 2.5-3 cm) y se evaluó el largo de las yemas por semana de cultivo. Se logró la brotación de las yemas de *Guadua angustifolia* K. con un 53.2 %, al emplear para la propagación estacas con un diámetro mayor de un centímetro.

Durante la segunda semana de cultivo, se obtienen los mayores porcentajes de brotación, siendo significativamente superiores con respecto a las demás semanas de cultivo. Con el empleo de estacas de mayor diámetro se obtuvieron las yemas de mayor tamaño y diámetro de la base. Durante las semanas 3, 4 y 5 de cultivo, ocurren los mayores incrementos en cuanto al crecimiento de las yemas en todos los tratamientos estudiados.

2.1.2.3. Bancos de propagación de “bambú”, *Guadua angustifolia* Kunth, en cantón General Elizalde, Bucay, Provincia del Guayas, Ecuador:

Según Herrera E.; Sabogal, A. (1,999) y Cruz, H. (1,994); citados por Colón, V. (2,008); los bancos de propagación consisten en construir platabandas de 1m de ancho por el largo deseado y una altura de 25 a 30 cm de alto.

Se debe preparar el suelo con azadón y rastrillo para que quede bien suelto o preparar una mezcla con arena, además de aplicar abundante materia orgánica tal como humus o gallinaza seca, (proporciones recomendada 3:1:1) con el propósito de que las raíces

tengan un buen sustrato para su normal y rápido desarrollo Herrera E.; Sabogal, A. 1,999 y Cruz, H. 1,994; citados por Colón, V. 2,008).

Herrera E.; Sabogal, A. (1,999) y Cruz, H. (1,994); citados por Colón, V. (2,008); comentan que para obtener mejores resultados en el prendimiento del chusquín se puede sumergir por unos 15 minutos en una solución de un enraizador ó bio-estimulante que existen en el mercado.

2.1.3. Utilización de sustratos:

Según Solórzano, I. (2,005), un sustrato es todo material sólido artificial o natural, de origen sintético o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta y un buen desarrollo del mismo. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Según Solórzano, C. (2,005), el suelo es el sustrato más común; los componentes minerales del suelo son: arenas, limos y arcillas; y lo ideal para la producción de plántulas en vivero es un suelo franco, es decir un suelo suelto, que contenga arenas, limos y arcillas en cantidades similares, y en donde las raíces puedan desarrollarse con facilidad. Solórzano, I. (2,005), clasifica los suelos que no deben utilizarse para viveros de la siguiente manera:

- a.** Un suelo arcilloso, es pesado no favorece la germinación y el desarrollo de las raíces, se forma una costra dura y favorece al desarrollo de hongos.
- b.** Un suelo demasiado arenoso, es demasiado ligero, por lo que no retiene el agua ni los nutrientes.
- c.** Un suelo pedregoso o con residuos artificiales o naturales muy grandes debido a que obstaculiza el desarrollo de las raíces.

Para no tener inconvenientes con los diferentes tipos de suelo, es necesario realizar algunas mezclas dependiendo de la especie y del sistema de propagación; y además se debe de tomar en cuenta el lugar donde se va a establecer el vivero. Estas mezclas se pueden realizar con varios componentes (Solórzano, I. 2,005):

- d. Para propagación en camas germinativas y semilleros: dos partes de arena, una parte de suelo franco y una parte de compost o materia orgánica.
- e. Para bolsas de polietileno en vivero: una parte de arena, dos partes de suelo franco y una parte de compost o materia orgánica; otra mezcla, puede ser una parte de suelo franco, dos partes de compost, una parte de ceniza molida o ceniza de cascarilla de arroz y una parte de arena.
- f. Para especies forestales: dos partes de suelo franco, una parte de tierra extraída debajo de una plantación de la misma especie requerida, una parte de estiércol bien descompuesto o compost, una parte de ceniza y una parte de arena.

2.1.4. Utilización de gallinaza:

Según Ríos, S. (2,009), la gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria ganadera o agrícola. Tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne.

La gallinaza se utiliza como abono, componente de sustratos y complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado (Ríos, S. 2,009).

2.1.4.1. Propiedades de la gallinaza:

Según Moriya, K. (2,001), uno de los componentes que mejores nutrientes puede dar al suelo es la gallinaza o estiércol de gallina, pues contiene nitrógeno, fósforo y potasio en buena cantidad. Sin embargo, para su buen aprovechamiento, primero se le debe hacer un buen curado o compostaje.

La gallinaza, como un componente de sustrato, brinda características fundamentales para el desarrollo de las plantas que se desean propagar a nivel de vivero, debido a que proporciona M.O., eleva la temperatura del sustrato y retiene la humedad dentro de la mezcla (características necesarias para la germinación y brotación de muchas especies), y en proporciones adecuadas influye significativamente en la nutrición vegetal (Morales, J. 2,002).

Moriya, K. (2,001), comenta que la gallinaza se puede usar tanto en horticultura como en cultivos extensivos; sin embargo, una de las limitantes para su utilización en el cultivo extensivo es su costo, ya que se necesita gran cantidad para aquellos rubros de mayor rentabilidad (soja, maíz, trigo, algodón), por lo que es un recurso muy apropiado para sustratos en viveros o abono orgánico.

Según Moriya, K. (2,001), el estiércol de gallina es un componente o fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados, los cuales contienen mayores nutrientes que aquellos que consume la vaca, pues esta combina su alimento con pasturas.

Según Ríos, S. (2,009), la gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula, además al incorporarse al suelo le proporciona características importantes para el desarrollo de la producción agrícola tales como: textura, estructura, temperatura y retención de humedad. El carbono

también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células (Véase anexo 3).

Ríos, S. (2009), también comenta que otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula. Cabe resaltar que el estiércol de gallina como tal no se puede considerar gallinaza. Para que sea gallinaza es necesario primero procesar el estiércol (Véase anexo 3).

2.1.4.2. Compostaje:

Según Haya, C. (1997), el compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener “compost”, abonos y sustratos excelentes para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un conjunto de nutrientes para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Haya, C. 1997).

Es importante que los productores tengan en cuenta que el estiércol de gallina no se debe colocar al sol para que se seque, sino a media sombra, para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que será aprovechada por las plantas como aminoácidos, grasas, resinas, bajo peso molecular. Lo que se pretende con el proceso de secado bajo sombra es llegar a lo que se denomina curado de la materia orgánica (Haya, C. 1997).

Haya, C. (1,997), comenta que existen productos a base microorganismos que se aplican a la gallinaza, para acelerar su proceso de transformación evitando el olor y agilizando su curado, además vuelve más eficiente las propiedades que ella contiene.

Haya, C. (1,997), dice que muchas veces, el proceso de la descomposición y por el contenido de humedad las moscas utilizan para posicionar sus huevos, aprovechando el estiércol como lugar de reproducción, generalmente son moscas domésticas que más bien tienen un efecto contaminante, al pasar por diferentes estiércoles.

2.1.4.3. Usos de la gallinaza:

En la agricultura la gallinaza es utilizada como un componente de sustratos y como un abono orgánico, aunque existen diferentes posturas, ya que es considerado por algunos autores como un fertilizante de altos contenidos de nutrientes (Murillo, T. 1,999).

Según Murillo, T. (1,999), para la actividad pecuaria las cantidades empleadas en alimentación de rumiantes son muy variables y dependientes de la estación y del valor de los bovinos en el mercado nacional e internacional, sin embargo son de alto contenido energético y de nutrientes debido al poco aprovechamiento en la digestión de las aves.

Murillo, T. (1,999) también comenta que la gallinaza tiene un contenido calórico neto de 13.5 GJ/tone1adaa, aproximadamente la mitad del carbón mineral, con la ventaja que es un combustible de biomasa renovable, que puede sustituir en parte el uso de fuentes no renovables.

2.1.5. Uso de gallinaza en Guatemala:

El aprovechamiento de los residuos agroindustriales y pecuarios ha tomado gran importancia en los países en desarrollo, en donde se estudia el potencial de los mismos

como fuente de nutrientes y energía. Actualmente es común se recicla a partir de un residuo producido en grandes cantidades en los países latinoamericanos: la camada de gallina (mezcla de gallinaza, material de cama y residuos de alimentos). Se calcula que en Guatemala la producción anual de gallinaza es de 500,000 toneladas métricas. En este caso específico, el material de cama es la cascarilla de arroz y aserrín (Arguedas, P. 1,989).

Debido al contenido de micro y macro elementos (anexo 3), la gallinaza es utilizada principalmente en viveros como un componente de sustrato, en campos agrícolas como un fertilizante orgánico; sin embargo también es aprovechada en alimentación para ganado bovino, reutilizado para alimentación de aves y en algunos casos se inicia con la obtención de biogás (Menéndez, D. 2,008).

2.1.6. Proporciones de sustratos con gallinaza para viveros en Guatemala:

Según Castillo, J. (2,010); una gran cantidad de viveros forestales, frutales y de Hule han utilizado como un componente de sustrato los estiércoles animales, principalmente de gallinas ponedoras y de ganado bovino, siendo útiles para proporcionar mejor estructura, textura, temperatura y retención de humedad.

Los sustratos para viveros son mezclas que favorecen el desarrollo de las raíces y el porcentaje de germinación de las semillas, aparte de proporcionarle sostén y soporte a la planta, por lo que un buen sustrato también debe aportar nutrientes al vegetal; las proporciones más utilizadas en los viveros, que utilizan una fuente de materia orgánica animal, es de 2:1:1, tierra, arena y estiércol, respectivamente (Mathul, C. 2,010).

2.1.7. Experiencia de gallinaza en sustratos: efecto del sustrato en el crecimiento de plantas de “macadamia”, *Macadamia integrifolia*, en vivero:

Se evaluó el efecto de seis sustratos en bolsa, sobre el crecimiento de plantas de macadamia en vivero. Se trabajó con combinaciones de suelo, granza de arroz, cáscara

de macadamia molida y gallinaza, en una relación volumen/volumen. Se comparó además el comportamiento de los clones HAES 246 y HAES 660 de *M. intergrifolia*, utilizados como patrón. Los sustratos que determinaron los mayores promedios de diámetro y altura de planta fueron el suelo + gallinaza (3:1) y suelo + gallinaza + granza (3:1:1), a la vez los menores promedios se dieron en los sustratos suelo + granza (3:1) y suelo + cáscara (1:1), mientras que los sustratos suelo (testigo) y suelo + gallinaza + cáscara (2:1:1), ocuparon una posición intermedia. Los mejores promedios de peso seco tanto de la parte aérea como de la raíz, se obtuvieron de plantas sembradas en los sustratos suelo, suelo + gallinaza, suelo + gallinaza + granza. En los demás sustratos resultaron promedios significativamente menores para ambas variables. Se concluye que el efecto de la adición de gallinaza fue positivo, en todas las variables de crecimiento estudiadas. Por el contrario cuando se utilizó granza de arroz y cáscara de macadamia se obtuvieron efectos negativos, excepto cuando la granza se adicionó al suelo + gallinaza, donde el efecto no fue significativo. Se evaluó además la retención de humedad en los sustratos durante la época seca, y se encontró mayor retención en los que contengan cáscara de macadamia.

2.2. Marco referencial:

2.2.1. Vivero de “bambú”, *Guadua angustifolia Kunth*, en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

El vivero de “bambú” de la finca el “El Carmen”, pertenece al grupo gestores del nodo “Chicacao, Suchitepéquez”; ocupa un área de 39,300 metros cuadrados, y fue establecido desde el mes de Septiembre del año 2,008 (Villatoro, C. 2,009); con el fin de lograr un desarrollo del cultivo en la zona de la Costa Sur de Guatemala.

2.2.1.1. Condiciones edáficas y climáticas para el bambú en la zona de la finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez :

La finca “El Carmen” se encuentra ubicada a 153 km. de la ciudad capital de Guatemala, en las coordenadas geográficas, latitud norte 14°31'41.38" y longitud oeste 91°22'0.486", a una elevación de 354 msnm. La zona pertenece a un suelo

2.2.1.2. Plagas y enfermedades del bambú en la zona de la finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez :

Dentro de las plagas que acechan al cultivo de bambú, tenemos a los “roedores”, *Mus musculus* y “escarabajos”, *Canthon aequinoctiales*, entre otras, siendo estas dos plagas, las más dañinas para el desarrollo en el vivero. (Simon Velez 2,005; citado por Villatoro, C. 2,009).

Las plagas que se encuentran en el bambú son: “grillos”, *Gryllus campestris*, “chapulines”, *Tettigonia viridissima*, sin embargo, se determinó que no producen ningún tipo de problema en base al muestreo (nivel de daño económico), donde se determinó que el porcentaje de incidencia fue de 4.53% y de severidad fue de 3.02%. Probablemente su baja población sea debido a que dentro del vivero habitan “lagartijas”, *Podarcis* sp., quienes estarían realizando un control biológico, como lo indica Vélez, S. 2,005; citado por Villatoro, C. 2,009.

2.2.1.3. Preparación del suelo en el vivero de la finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

La plantación de bambú se estableció en la etapa de vivero, utilizando bolsas negras de nylon con una medida de 7 X 10 X 2. En las que se llenaron con tierra disponible dentro de la unidad (Villatoro, C. 2,009).

Según Villatoro, C. (2,009) una de las necesidades básicas del cultivo es la cantidad de luz, donde se recomienda no dejarlo a sol directo, requiriendo únicamente el 50%, por lo que se utiliza Zarán que permite cumplir con el requerimiento de luz al vivero.

Según Villatoro, C. (2,009), Inicialmente se establecieron 60,000 plantas, de las cuales ya fueron entregadas 10,000 distribuidas entre las comunidades de Colima, Corona y Valparaíso de Chicacao, Suchitepéquez. Debido a la mortandad que pueda existió dentro del vivero, se tuvo una disminución de 1,014 plantas.

Actualmente el vivero cuenta con 48,986 plantas, aproximadamente, en su totalidad, las cuales están distribuidas en cuatro bloques (Villatoro, C. 2,009).

2.2.1.4. Calidad de semilla utilizada en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

Según Villatoro, C. (2,009) El material de reproducción es un chusquín (“Son brotes en forma de ramillas que salen de la planta madre cuando a sido cortada, estas pequeñas plántulas están unidas mediante raíces al rizoma madre por convergencia a una profundidad aproximada de 15 cm., y diámetros que oscilan entre 0,1 y 1.5 mm”) proveniente de una planta madre ubicada en el municipio de el Asintal, en el departamento de Retalhuleu.

2.2.1.5. Fertilización efectuada en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

Se realizan aplicaciones de 20 libras de 20-20-0 diluido a 54 galones de agua durante las primeras semanas la aplicación se realiza cada ocho días, posteriormente se cambia el espacio de aplicación a cada quince días (Villatoro, C. 2,009).

2.2.1.6. Malezas presentes en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

Según Villatoro, C. (2,009) se deben realizar limpiezas manuales por lo menos a cada quince días, estas se deberán realizar con más frecuencia entre las calles del vivero ya que las malezas se desarrollan más rápido, en esa área, que en las bolsas de polietileno.

2.2.1.6 Uso de gallinaza compostada en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez:

La gallinaza que se produce dentro de la finca “El Carmen”, en San Miguel Panán, Suchitepéquez proviene de una granja de aves de postura ubicada en Chicacao, municipio vecino, la cual contiene niveles de nutrientes adecuados para la incorporación a sustratos como proporción y en campo definitivo como fertilizante u abono orgánico (Ramírez, J. 2,010).

El proceso de compostaje se realiza alrededor de 25 días con aplicaciones de lactobacilos y actinomicetos al primer día, tercer día y al treceavo día, acelerando el proceso de fermentación y descomposición, se efectúan volteos en intervalos de dos días a media sombra (Ramírez, J. 2,010).

Ramírez, J. 2,010; comenta que se desean realizar análisis e investigaciones sobre la gallinaza compostada dentro de la unidad de investigación debido a que se requiere certificar el producto para patentarlo como producto de uso agrícola en viveros y campos de cultivo, además de evaluarlo en viveros como un componente de sustrato y promoverlo como un fertilizante orgánico de alto rendimiento.

III. OBJETIVOS

3.1. General:

- 3.1.1. Evaluar el efecto de la gallinaza y tipo de propágulo, en la multiplicación de *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, “bambú asper”; en finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

3.2. Específicos:

- 3.2.1. Conocer las características de los sustratos utilizados mediante un análisis físico-químico.
- 3.2.2. Determinar el mejor sustrato, tipo de propágulo e interacción de acuerdo a las variables: días a la brotación, porcentaje de brotación, altura y diámetro de brotes del cultivo de “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero.
- 3.2.3. Realizar un análisis de comparación a los costos de los tratamientos evaluados para multiplicar “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero.

IV. HIPÓTESIS

- 4.1.** Al menos una de las combinaciones de sustratos presentará un resultado diferente sobre las variables evaluadas.
- 4.2.** Al menos uno de los tipos de propágulos presentará un resultado diferente sobre las variables evaluadas.
- 4.3.** Al menos una de las interacciones entre sustratos y tipos de propágulos presentará un resultado diferente sobre las variables evaluadas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales y Equipo:

5.1.1. Materiales:

- 5.1.1.1. Un área disponible de 117m² (19.5X6m.).
- 5.1.1.2. 14 culmos de 2.5 m. de largo y 0.1 m. de diámetro.
- 5.1.1.3. 54 culmos de 5.7 m. de largo y 0.1 m. de diámetro.
- 5.1.1.4. 54 culmos de 1.20 m. de largo y 0.1 m. de diámetro.
- 5.1.1.5. 180 estacas de 0.60 m. de largo.
- 5.1.1.6. 10 lbs. de alambre de amarre.
- 5.1.1.7. 117 hojas de Coco.
- 5.1.1.8. 2.3 m³. de gallinaza compostada dentro de la finca “El Carmen” (figura 13).
- 5.1.1.9. 2.3 m³. de arena blanca extraída dentro de la finca “El Carmen” (figura 14).
- 5.1.1.10. 10.8 m³. de tierra disponible en la unidad de investigación.
- 5.1.1.11. Seis culmos de “bambú asper”, *D. asper*, completos (20 a 30 m.) con ramas.
- 5.1.1.12. 54 rizomas con segmento de culmo (con dos nudos).
- 5.1.1.13. 0.35 Kg. Terbuphos
- 5.1.1.14. 0.025 Kg. Ferbam
- 5.1.1.15. 0.35 Kg. de Bioraizan (Auxinas para enraizamiento –Ácido Indolbutírico- al 0.04%).
- 5.1.1.16. 13.5 Kg. de 10-50-0 y 24.3 Kg. de 20-20-0.

5.1.2. Equipo y Herramienta:

- 5.1.2.1. 1 Cinta métrica de 30 m: se utilizó para las mediciones de las áreas y dimensiones del experimento.
- 5.1.2.2. 3 Machetes: sirvieron para limpiezas manuales de malezas y corte de culmos.
- 5.1.2.3. 3 Cierras o serruchos dentados para madera de 0.5 m: los cuales sirvieron para cortar los culmos utilizados en el diseño.

- 5.1.2.4.** 3 Azadones: utilizados para la incorporación de los componentes de los sustratos.
- 5.1.2.5.** 3 Cobas: para ahoyar los lugares donde se ubicaron los parales del tapesco.
- 5.1.2.6.** 3 Piochas: sirvieron para desmembrar el suelo utilizado en el diseño.
- 5.1.2.7.** 3 Palas: las que se utilizaron para mezclar los sustratos.
- 5.1.2.8.** 3 Carretas de mano: se usaron para transportar a corta distancia los materiales, componentes de los sustratos.
- 5.1.2.9.** 1 Tenaza: utilizada para amarrar los culmos que conformaron los tablones y el tapesco.
- 5.1.2.10.** 3 Cubetas de 20 l.: sirvieron para transportar los componentes de los sustratos a corta distancia.
- 5.1.2.11.** 1 Cuchillo: el cual se utilizó para cortar la pita funcional del tapesco.
- 5.1.2.12.** 1 rollo de pita plástica de 500 m.: para amarrar las hojas de coco utilizadas en el tapesco.
- 5.1.2.13.** 1 malla de sarán grueso (1.27cm. de cuadrícula): se utilizó para cernir los materiales de los sustratos.
- 5.1.2.14.** 1 Libreta de campo: se usó para todas las anotaciones correspondientes de diseño y manejo.
- 5.1.2.15.** 1 Lápiz: para realizar todas las anotaciones del caso.
- 5.1.2.16.** 1 Computadora: utilizada para efectuar todas las tabulaciones y análisis de la investigación.
- 5.1.2.17.** Laboratorio para análisis de suelos: en donde se efectuaron los análisis físico-químicos de los sustratos, los cuales fueron base en la discusión de resultados.

5.2. Recursos humanos:

- 5.2.1.** 1 Estudiante de EPSAT.
- 5.2.2.** 1 trabajador por jornal.
- 5.2.3.** 2 Ings. Agrs. Asesores de la Investigación Inferencial.

5.3. Recursos económicos:

Los recursos económicos utilizados en la investigación se detallan en el cuadro dos.

Cuadro 2: Recursos económicos

Materiales	Costos
Gallinaza	Q. 1,288.00
Semilla de bambú	Q. 1,686.00
Jornales	Q. 840.00
Arena blanca	Q. 138.00
Alambre	Q. 50.00
Culmos	Q. 400.00
Insumos	Q. 80.00
TOTAL	Q. 4,482.00

5.4. Metodología:

5.4.1. Diseño experimental y tipo de experimento:

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas para la evaluación de tres tipos de propágulos para “bambú asper”, D. asper, en tres sustratos con diversas proporciones de gallinaza.

Según Reyes, P. (1,982), el diseño en bloques al azar se aplica a experimentos en donde el número de tratamientos se encuentra entre 3 a 15, y en donde se requiere la agrupación en bloques para contrarrestar los efectos de algún factor externo, en este caso, la pendiente (7%) y la cercanía a la planta de compostaje de gallinaza.

Méndez, F. (2,005), dice que el arreglo en parcelas divididas se aplica cuando se dificulta el manejo de uno de los factores a evaluar o existe alguna condicionante de

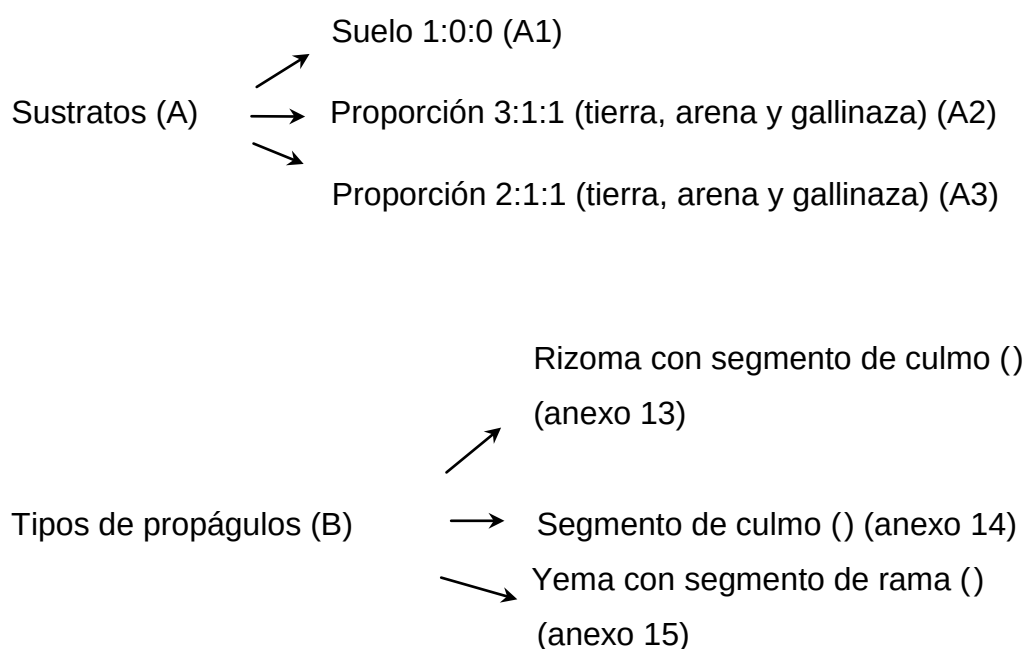
diseño; en la presente investigación se aplicó dicho arreglo debido a las complicaciones en la elaboración de camas propagativas, facilitando el montaje y manejo del experimento.

También se justifica debido a que el área disponible para la investigación no permitía el establecimiento de un diseño en bloques completamente al azar, por la longitud y tamaño del mismo, ya que se requirió de un arreglo que redujera el tamaño del experimento para establecerlo dentro del área con disponibilidad de riego, acceso y manejo.

5.4.2. Tratamientos evaluados:

Se evaluaron dos factores, “A” y “B”; donde el factor “A”, parcela grande, corresponde a tres mezclas de sustratos sólidos con diversas proporciones de tierra, gallinaza y arena blanca; mientras que el factor “B”, parcela pequeña, equivale a tres tipos de propágulos para “bambú asper” *D. asper*.

5.4.3. Descripción de factores y niveles evaluados:



Los segmentos de culmos y ramas utilizados como tipos de propágulos estuvieron constituidos por dos nudos: Rizoma con segmento de culmo con dos nudos, segmento de culmo con dos nudos y yema con segmento de rama con dos nudos.

5.4.4. Tratamientos y repeticiones:

Los tratamientos son las combinaciones que surgen de los niveles del factor A con los niveles del factor B, para lo cual se tuvieron 9 tratamientos, los cuales se presentan en el cuadro tres.

Cuadro 3: Descripción de los tratamiento evaluados (sustrato + tipo de propágulo.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
1	A1B1	Suelo + Rizoma con segmento de culmo
2	A1B2	Suelo + Segmento de culmo
3	A1B3	Suelo + Yema con segmento de rama
4	A2B1	3:1:1 + Rizoma con segmento de culmo
5	A2B2	3:1:1 + Segmento de culmo
6	A2B3	3:1:1 + Yema con segmento de rama
7	A3B1	2:1:1 + Rizoma con segmento de culmo
8	A3B2	2:1:1 + Segmento de culmo
9	A3B3	2:1:1 + Yema con segmento de rama

Las repeticiones fueron 3, es decir tres bloques completamente al azar, los cuales fueron determinados de acuerdo a los grados de libertad del error, no menor a 12 (Mendez, F. 2,005)

Grados de libertad del error = $a(b-1)(r-1)$

Grados de libertad del error = $3(3-1)(3-1) = 12$

5.4.5. Unidades experimentales:

UE = tratamientos x repeticiones

UE = $9 \times 3 = 27$ unidades experimentales

Cada unidad experimental estuvo constituida por 6 propágulos (fragmento de tejido para propagación vegetativa) en un área de 2.28m^2 (parcela pequeña) y 0.684m^3 de sustrato.

5.4.6. Variables evaluadas y duración del experimento:

Las variables evaluadas fueron determinadas en base a las necesidades dentro del vivero de bambú “El Carmen”: rapidez de multiplicación y calidad del brote.

5.4.6.1. Variables discretas:

a. Días a la brotación.

La variable discreta mencionada fue sometidas a un proceso de transformación de datos por medio de la fórmula $\sqrt{x}$, para que de esta manera pudiera ser analizadas estadísticamente en forma de variable continua.

5.4.6.2. Variables continuas:

a. Altura de brotes a los noventa días.

b. Diámetro de brotes a los noventa días.

El diseño experimental se evaluó a los noventa días, debido a que según Valdez, D. (2010), el mayor porcentaje de brotación para “bambú asper”, *D. asper*, se encuentra

alrededor de los sesenta días; sin embargo la etapa de vivero dura seis meses, hasta llegar al momento de la siembra en campo definitivo.

c. Porcentaje de brotación.

La variable porcentaje de brotación, a pesar de ser un resultado continuo debió someterse a una transformación de datos por medio de la fórmula $\sqrt{\frac{x}{n}}$, debido a que para ser analizada estadísticamente dentro del ANDEVA se procedió a convertir los valores en una distribución normal.

Mercedes, R. (2,006) y Nieto, F. (1,985), indican que luego de la brotación el porcentaje de prendimiento y sobrevivencia de la planta es del 95 a 100%; también Rodas, O. en 1,988 determinó que el porcentaje de sobrevivencia se encuentra entre el 80 a 100% después del brote emitido, para varias especies de bambú, lo cual indica que el tiempo de evaluación para la multiplicación vegetativa de bambú puede finalizar al momento del brote final.

5.4.7. Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \rho_k + \alpha\rho_{jk} + \xi_{ij} + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variables de respuestas (días a la brotación, porcentaje de brotación; diámetro y altura de los brotes a los noventa días) del i-ésimo bloque, j-ésimo sustrato en proporción de gallinaza, y k-ésimo tipo de propágulo.

μ : Efecto de la media general.

β_i : Efecto del i-ésimo bloque.

α_j : Efecto de j-ésimo sustratos en proporción de gallinaza.

β_k : Efecto del k-ésimo tipo de propágulo.

$\alpha\beta_{jk}$: Efecto de la interacción entre el j-ésimo sustrato en proporción de gallinaza y el k-ésimo tipo de propágulo.

ξ_{ij} : Error experimental asociado a la parcela grande, sustratos en diferentes proporciones de gallinaza.

ξ_{ijk} : Error experimental asociado a la parcela pequeña, tipos de propágulos.

5.4.8. Análisis de varianza:

Para la tabulación de los datos se utilizó un análisis de varianza, donde se demostró la diferencia, entre los tratamientos, entre los bloques, entre los sustratos y entre los tipos de propágulos; por lo que se realizó una prueba de medias de Tukey, con un nivel de significancia del 1%.

Para el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}}$$

El esquema del ANDEVA (modelo matemático) para las parcelas divididas en arreglo factorial con dos factores es el que se presenta en el cuadro cuatro.

Cuadro 4: Modelo matemático (ANDEVA) para parcelas divididas en arreglo factorial.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	$r - 1$	$\sum_{i=1}^r \frac{Y_{i.}^2}{ab} - \frac{Y_{...}^2}{arb}$		
Sustratos (A)	$\alpha - 1$	$\sum_{j=1}^a \frac{Y_{.j.}^2}{rb} - \frac{Y_{...}^2}{arb}$	$\frac{SC_A}{GL_A}$	$\frac{CM_A}{CM_{(a)}}$
Error Sustratos (a)	$(\alpha - 1)(r - 1)$	$SC_{subt} - SC_{bloque} - SC_A$	$\frac{SC_{(a)}}{GL_{(a)}}$	
Sub total	$(r \alpha) - 1$	$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^a \frac{Y_{ij}^2}{b} - \frac{Y_{...}^2}{arb}$		
Tipos de propágulos (B)	$b - 1$	$\sum_{k=1}^b \frac{Y_{..k}^2}{ar} - \frac{Y_{...}^2}{arb}$	$\frac{SC_B}{GL_B}$	$\frac{CM_B}{CM_{(b)}}$
Sustratos X Tipos de propágulos (AB)	$(\alpha - 1)(b - 1)$	$\sum_{i=1}^r \sum_{k=1}^b \frac{Y_{i.k}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{arb} - SC_A - SC_B$	$\frac{SC_{AB}}{GL_{AB}}$	$\frac{CM_{AB}}{CM_{(b)}}$
Error Tipos de propágulos (b)	$\alpha(b - 1)(r - 1)$	$SC_{tot} - SC_{subt} - SC_B - SC_{AB}$	$\frac{SC_{(b)}}{GL_{(b)}}$	
Total	$(abr) - 1$	$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{arb}$		

Fuente: Méndez, F. (2,005).

5.4.9. Comparación múltiple de medias:

En los casos en los que existió diferencia significativa al 1%, en los tipos de propágulos o sustratos; de acuerdo al ANDEVA que se realizó; se efectuó la Prueba de Tukey, con el fin de determinar el mejor tratamiento, sustrato ó tipo de propágulo.

El comparador de Tukey, se calculó de la forma siguiente (Reyes, P., 1,990):

$$w = (P,) S \bar{x}$$

$$S \bar{x} = \sqrt{(S^2/n)}$$

En donde:

w = Valor utilizado para probar la significancia de la diferencia observada entre medias de rendimiento.

S $\bar{x}$ = Error estándar de la media.

S² = Varianza del error experimental (Cuadrado medio del error)

n = Número de repeticiones

q = Valor tabular, que es un valor de *t*.

α = Nivel de significancia

P = Número de tratamientos

= Grados de libertad del error experimental.

5.4.10. Croquis del experimento en el campo:

En la figura uno se puede apreciar el croquis del diseño experimental en el campo.

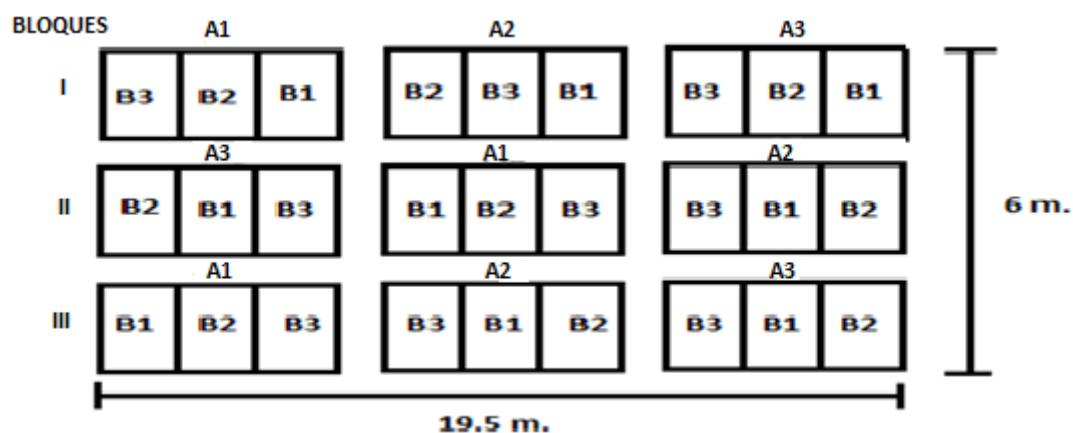


Figura 1: Croquis del experimento en el campo.

Las parcelas grandes son: A1, A2 y A3; las cuales corresponden a los sustratos con diferentes proporciones de gallinaza.

Y las parcelas pequeñas son: B1, B2 y B3, las cuales indican los diferentes tipos de propágulos.

En donde: A1 = tierra B1=rizoma con segmento de culmo
 A2= 3:1:1 y B2=segmento de culmo
 A3= 2:1:1 B3=yema con segmento de rama

Las parcelas grandes y pequeñas se describen con mayor precisión en la figura dos que a continuación se presenta.

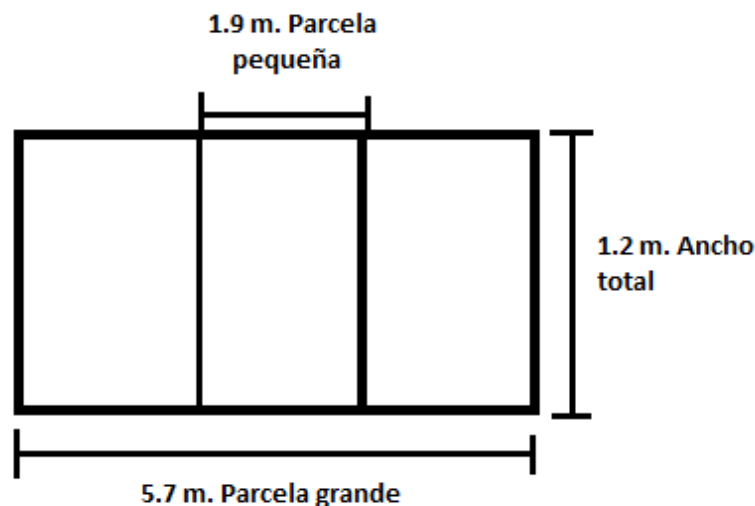


Figura 2: Dimensiones reales de las parcelas en el campo para la investigación realizada.

5.4.11. Ubicación del sitio experimental y montaje del diseño en campo:

- 5.4.11.1.** La investigación se estableció en el Municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez (anexo 1) específicamente en Finca “El Carmen” (anexo 2), a 153 km. de la ciudad capital de Guatemala, en las coordenadas geográficas, latitud norte 14°31’41.38” y longitud oeste 91°22’0.486”, a una elevación de 354 m.s.n.m.
- 5.4.11.2.** El diseño experimental se estableció en un terreno con 7% de pendiente, en la parte sur del vivero de la finca “El Carmen” (anexo 5), se midió con la cinta métrica un área de 117 m². (19.5 X 6 m.), destinado para la investigación.
- 5.4.11.3.** Únicamente se realizó una limpieza manual del área con machete y azadón, previo al montaje del diseño experimental en campo.

- 5.4.11.4.** Se construyó la estructura de un tapesco con culmos y alambre de amarre, los culmos de soporte fueron de 2.5 m., enterrando 0.5 m. de los mismos para una mayor estabilidad, a un distanciamiento de 3.25 m. a lo largo y por 3.00 m. a lo ancho; recreando una cuadrícula con el alambre de amarre, por la parte superior, en donde se colocaron hojas de coco, las que se aseguraron con pita plástica, recordando instalarlo perpendicularmente a la pendiente, para neutralizar el efecto de la misma.
- 5.4.11.5.** La preparación de las unidades experimentales se efectuó con el trazo del experimento en el campo, inicialmente, utilizando cinta métrica. Se delimitaron los tratamientos y repeticiones (bloques) con arreglo en parcelas divididas utilizando pita plástica, la cual fue amarrada a estacas de 0.60 m. El tamaño de las parcelas grandes fue de 6.84 m². (5.7 X 1.2 m.) y el tamaño de las parcelas pequeñas fue de 1.9 m. X 1.2 m. (unidad experimental).
- 5.4.11.6.** Se extendió la tierra dentro del área de experimentación para luego picarla y efectuar un tamizado grueso, al igual que se realizó con la arena y gallinaza a utilizar, esto se llevó a cabo con piochas, palas y una malla de sarán grueso (1.27cm cuadrícula), esta actividad tuvo como objetivo eliminar terrones y piedras de los componentes de los sustratos evaluados.
- 5.4.11.7.** Se preparó una mezcla de tierra arena y gallinaza, (5.13 m³.) en proporciones 3:1:1 respectivamente, es decir 3.08 m³. de tierra, 1.03 m³. de gallinaza y 1.03 m³. arena. Para tal efecto se utilizaron las palas, piochas, azadones, carretas y cubetas mencionadas en el material utilizado.
- 5.4.11.8.** Se preparó una mezcla de tierra arena y gallinaza (5.13 m³.), en proporciones 2:1:1 de cada componente, es decir 2.57 m³. de tierra y 1.28 m³. de gallinaza y arena, respectivamente. Para tal efecto se utilizaron las

palas, piochas, azadones, carretas y cubetas mencionadas en el material utilizado.

- 5.4.11.9.** Se utilizaron 5.13 m³ de tierra para los tablones, camas germinativas o camas propagativas de suelo (tierra disponible) para evaluar la brotación de semillas asexuales en vivero.
- 5.4.11.10.** Nota: la tierra obtenida para elaborar los tablones o camas germinativas, fue la misma procedente del área donde se montó el diseño experimental, habiéndose picado con piocha el suelo y se extraído del mismo sitio tierra designada para los sustratos en las parcelas del diseño experimental.
- 5.4.11.11.** Se tomaron muestras de cada uno de los sustratos (1kg.) en bolsas de papel periódico.
- 5.4.11.12.** Se enviaron al laboratorio de CENGICAÑA para efectuar el análisis físico-químico de cada una de las muestras.
- 5.4.11.13.** Se procedió a conformar los tablones o camas germinativas (parcelas grandes) con los culmos de bambú, colocando tres culmos apilados uno sobre otro, horizontalmente, (culmos de 5.7 m. de largo X 0.10 m. de diámetro) para la parte larga de los tablones, se aseguraron con siete estacas de 0.60 m. en el exterior de la estructura, y para la parte más angosta, principio y fin de las camas de multiplicación, se utilizaron tres culmos de 1.20 m. de largo y 0.10 m. de diámetro, apilados uno sobre otro para formar una altura de tablón de 0.30 m.; también se aseguraron con estacas de 0.60 m. por la parte de afuera a modo que resistiera la presión del sustrato de la cama (anexo 8 y 9).
- 5.4.11.14.** Se procedió al llenado de cada una de las parcelas grandes con los sustratos preparados con anterioridad y de acuerdo a la aleatorización

descrita en la figura uno. De manera que quedaron establecidas tres parcelas para cada uno de los sustratos (tierra, 3:1.1 y 2:1:1), (anexo 8 y 9).

- 5.4.11.15.** Se realizó la desinfección de los sustratos con un nematicida e insecticida para plagas del suelo (Terbuphos a razón de 30 Kg./Ha.) y se utilizó un fungicida para eliminar los hongos presentes en los sustratos con Ferbam (2 Kg./Ha).
- 5.4.11.16.** La recolección del material vegetativo se realizó en finca “El Marne”, San Miguel Panán, Suchitepéquez; seis culmos completos (con ramas) de “bambú asper”, *D asper*; y en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) ubicado en Cuyuta, Escuintla, donde se extrajeron 54 rizomas con segmento de culmo con una madurez de 2 y 3 años de edad (anexos 10, 11 y 12).
- 5.4.11.17.** De los seis culmos se cortaron 54 fracciones de culmo (con dos nudos).
- 5.4.11.18.** También se prepararon 54 yemas con segmento de rama (con dos nudos).
- 5.4.11.19.** La aplicación de hormonas enraizantes auxinas (ácido indolbutírico al 0.04%), fue una de las actividades de manejo técnico - agrícola realizado dentro del establecimiento del diseño, para tal efecto se hizo una solución del enraizador, a razón de 2 Kg./Ha., en donde se asperjaron las yemas de los propágulos, para poder sembrarse en las camas propagativas (anexo 19).
- 5.4.11.20.** Para el caso del rizoma con segmento de culmo se sembró a modo de que el segmento de culmo quede al descubierto y el rizoma enterrado (anexo 16).

- 5.4.11.21.** Para el segmento de culmo con dos nudos se sembraron horizontalmente, tal y como se indica en el marco referencial (anexo 17).
- 5.4.11.22.** Para las yemas con segmento de rama se sembraron verticalmente, de la misma forma que la expuesta en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (Valdez, D. 2,010) (anexo 18).
- 5.4.11.23.** Se debió asegurar que la cama de brotación tuviera la humedad necesaria (>25%) al momento de la siembra, la cual fue proporcionada por la precipitación obtenida de las lluvias durante el invierno, no fue necesaria la aplicación de riego.
- 5.4.11.24.** El método de siembra se realizó al tres bolillo, ubicando seis propágulos por unidad experimental, esto debido al tamaño del experimento y a la disponibilidad de material vegetativo, tal y como se presenta en la figura tres.

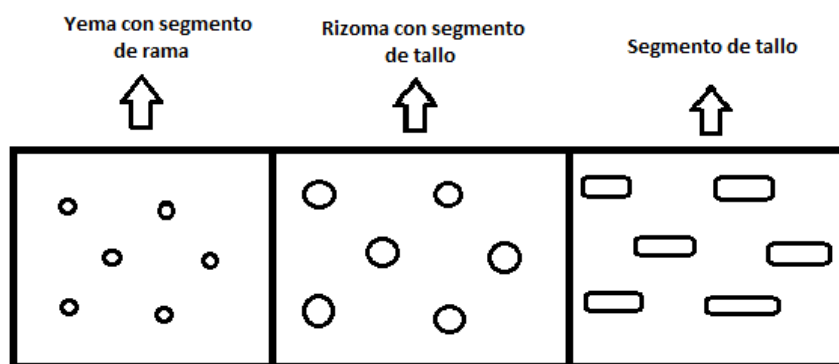


Figura 3: Croquis de siembra de los propágulos en una parcela.

- 5.4.11.25.** Es importante mencionar que el distanciamiento entre un propágulo y otro fue regido de acuerdo al posicionamiento, al tamaño y tipo de material asexual presente en cada unidad experimental.
- 5.4.11.26.** Luego de colocar los materiales vegetativos dentro de la cama de brotación (siembra), se cubrieron con el sustrato presente en cada unidad

experimental. Se controló constantemente la humedad adecuada y la sombra necesaria para la brotación del cultivo.

5.4.12. Manejo agronómico y técnico del experimento:

5.4.12.1. Al momento de la siembra se aplicaron hormonas enraizantes auxinas (ácido indolbutírico al 0.04%), a razón de 2 Kg./Ha., en donde se asperjaron las yemas de los propágulos, para poder sembrarse en las camas propagativas o de brotación (anexo 19).

5.4.12.2. Se realizaron dos fertilizaciones, con 10-50-0 (N-P-K), a razón de 40 g./propágulo a partir del día de la siembra y a los 21 días después de la siembra; y dos fertilizaciones con 20-20-0 (N-P-K), con intervalos de 21 días, (80 g./postura); en base a lo indicado por Olivera, P. y Varona (2,003) en su Manual Para Viveros Forestales y también por Solórzano, C. (2,005) en el Manual Básico Para Viveristas del Bosque Seco; en donde ambos indican la importancia de las fertilizaciones altas en Fósforo durante la etapa de multiplicación en plantas debido a la necesidad del elemento (P), para la estimulación y generación del sistema radicular (anexo 20).

5.4.12.3. Las limpiezas fueron manuales y con azadón a cada 21 días, evitando que las malezas interfieran con las respuestas en el experimento.

5.4.12.4. Nota: no se detectó ninguna plaga o enfermedad dentro de la investigación, por lo que no se efectuó ningún control de las mismas.

5.4.13. Toma y análisis de datos:

5.4.13.1. Las lecturas de datos se tomaron a cada dos días verificando la emergencia de algún brote y la cantidad de los mismos, esta actividad se inició a partir

de la primera semana de establecido el diseño y al finalizar se obtuvo el promedio (anexo 26).

- 5.4.13.2.** Para largo y diámetro del brote se tomaron los datos a los noventa días, efectuando un promedio por cada unidad experimental (anexos 23 y 24).
- 5.4.13.3.** Los resultados de las variables, como se mencionó con anterioridad, fueron días a la brotación, porcentaje de brotación, altura de brote y diámetro de brote a los noventa días; los cuales indicaron la efectividad del tipo de propágulo utilizado, sustratos en diversas proporciones de gallinaza y la interacción entre ambos.
- 5.4.13.4.** Para el control de los resultados durante los 90 días de investigación en campo se utilizó una boleta de toma de datos tal y como se expone en el anexo 4.
- 5.4.13.5.** Se recibieron los resultados de los análisis físico-químicos de los sustratos y se evaluaron de acuerdo al contenido dentro de cada uno de ellos.
- 5.4.13.6.** Se analizaron los resultados mediante un análisis estadístico de varianza y la prueba múltiple de medias de Tukey expuestas en los incisos 5.4.8 y 5.4.9.
- 5.4.13.7.** Se efectuó un análisis de correlación lineal para la variable altura de brote y diámetro de brote.
- 5.4.13.8.** Se realizó un análisis de comparación de costos, en donde se evaluaron los costos totales de cada uno de los tratamientos, para determinar el tipo de propágulo más económico en el sustrato más adecuado según la investigación; para tal efecto se planteó un proyecto para un vivero de “bambú asper”, *D. asper*, de 1000 plantas.

- 5.4.13.9.** Los resultados y la discusión de los mismos se presentan en el capítulo VI; las conclusiones y recomendaciones en los capítulos VII y VIII, respectivamente.

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos del diseño experimental se exponen de acuerdo a los cinco objetivos específicos planteados en la investigación, y los cuales se basan en las variables respuestas establecidas con anterioridad; días a la brotación, porcentaje de brotación, altura de brotes y diámetro de brotes, las cuales fueron determinantes para establecer el mejor sustrato, el tipo de propágulo asexual más efectivo, así como la mejor interacción entre los mismos. También se orientaron los resultados de acuerdo los análisis físico-químicos de los sustratos y el análisis comparativo de costos para los tratamientos.

6.1. Características de los sustratos utilizados en base a un análisis de físico-químico:

Los sustratos utilizados en la investigación fueron sometidos a los análisis físico-químicos (Cuadros 5 y 6) en los laboratorios del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), para establecer sus características, propiedades y contenido de elementos; lo que facilita la interpretación de los resultados obtenidos en la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.

Cuadro 5: Resultados de los análisis físicos de los sustratos.

ID	%	%	%	TEXTURA	15 ATM.	1/3 ATM.	D.AP.
	ARC	LIM	ARE		% H	% H	g/cc
2:1:1	8.81	22.75	68.44	Franco Arenoso	11.19	21.52	1.04
3:1:1	6.59	26.99	66.42	Franco Arenoso	10.53	23.99	1.11
Suelo	8.81	25.05	66.14	Franco Arenoso	9.74	23.59	1.10

Fuente: CENGICAÑA (2,010).

El cuadro cinco indica que la capacidad de campo se encuentra alrededor del 23%, siendo el mayor el sustrato “suelo” con 23.59% y el menor fue el sustrato 2:1:1 con 21.52%. El punto de marchitez permanente estuvo alrededor del 10.5%, en donde el mayor fue el sustrato 2:1:1 (11.19%) y el menor fue el suelo sin adición de gallinaza (9.74%); esto indica que para el tipo de suelo utilizado en la investigación (franco-arenoso) la adición de gallinaza y arena no mejoró la retención de humedad en los sustratos.

Se estimó que la precipitación pluvial obtenida durante el invierno (3,000 a 4,000mm.) fue suficiente para mantener las camas de multiplicación en un porcentaje óptimo de humedad (>25%), superior a la capacidad de campo; sin embargo en épocas de menor precipitación se debe evaluar la aplicación de riego.

Los tres sustratos utilizados presentan una textura franco - arenosa, lo que facilita la capacidad de enraizamiento y brotación en las primeras etapas de vivero, la cantidad de arena se elevó en las mezclas de los sustratos con la adición de gallinaza y arena blanca. La densidad fue baja, alrededor de 1 g/cc, lo que representa un sustrato poco compactado, con alta cantidad de agregados y alto porcentaje de porosidad; las cuales son características y propiedades necesarias para un óptimo desarrollo agrícola del cultivo, el sustrato con menor densidad aparente fue la mezcla 2:1:1 con 1.04 g/cc.

El análisis químico es fundamental para establecer la conductividad eléctrica (C.E.), el potencial de hidrógeno (p.H.), el porcentaje de materia orgánica (M.O.) y la cantidad de nutrientes disponibles en los sustratos utilizados, tal y como se muestra en el cuadro seis.

Cuadro 6: Resultados de los análisis químicos de los sustratos.

ID	CE	pH 1:2.5	% M.O.	Ca	Mg	K	Na	P	Cu	Zn	Fe	Mn
	(dS m ⁻¹)			Meq/100g Intercambiables				(ppm)				
2:1:1	0.21	6.88	3.01	15.20	4.77	1.17	0.20	248.14	0.25	31.00	16.20	66.25
3:1:1	0.08	6.50	2.80	14.45	1.20	0.81	0.54	222.29	1.00	15.05	19.80	63.25
Suelo	0.31	7.12	2.70	13.93	0.05	0.57	0.17	213.49	0.10	14.50	2.60	70.45

Fuente: CENGICAÑA (2,010).

Los requerimientos nutricionales para *D. asper* aún no se han definido debido a que no se ha investigado adecuadamente como en los casos de los cultivos alimentarios, sin embargo el cuadro seis presenta datos fundamentales y concisos que ayudan a establecer el comportamiento de los propágulos dentro de las camas germinativas o de brotación.

En base a los resultados de los análisis químicos se determinó que los contenidos de nutrientes en los tres sustratos se mantienen relativamente constantes, sin embargo al adicionar gallinaza se puede mencionar que las cantidades de calcio (Ca), hierro (Fe), zinc (Zn), fósforo (P), y magnesio (Mg) aumentaron.

La cantidad de nutrientes intercambiables y no intercambiables, presentes en un sustrato, por lo general nos indican las deficiencias de un sustrato de acuerdo a las necesidades nutricionales de un cultivo en específico, esto para realizar enmiendas y planes de fertilización; sin embargo en este caso nos orientan a definir el motivo del comportamiento fisiológico de acuerdo a la función de cada elemento en el desarrollo de una planta.

El porcentaje de materia orgánica se encuentra en cantidades similares para los tres sustratos, empero el que presentó mayor porcentaje fue el sustrato con más gallinaza (2:1:1), y en menor cantidad el sustrato donde únicamente se utilizó el suelo presente en el área de investigación. El sustrato que presentó mayor cantidad de sales, en base a la conductividad eléctrica fue el suelo sin adición de gallinaza; el pH. es neutro para los tres sustratos, aunque ligeramente ácido para los sustratos con adición de gallinaza, sin embargo se encuentran en el rango ideal para el cultivo de “bambú asper” *D. asper* y para una gran variedad de cultivos tropicales. La adición de gallinaza al suelo franco arenoso disponible en el área de evaluación no representa un cambio significativo en las características físico-químicas.

6.2. Determinación del mejor sustrato, tipo de propágulo e interacción de acuerdo a los días a la brotación para el “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero:

Los resultados que se obtuvieron de días a la brotación en los nueve tratamientos se presentan a continuación en el cuadro siete.

Cuadro 7: Días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (días)
	I	II	III	
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	54.40	51.40	52.20	52.66
3	59.10	62.60	68.76	63.48
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	55.20	61.40	56.20	57.60
6	69.10	61.28	66.09	65.49
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	59.60	53.54	52.20	55.11
9	63.70	68.30	72.08	68.02

En el cuadro siete se presentan los resultados en días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en cada uno de los tratamientos (anexo 25); y para cada una de las repeticiones.; en donde se puede observar que los tratamientos correspondientes al tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no produjeron brotes a los noventa días de evaluación; mientras que el tratamiento dos (suelo + segmento de culmo) fue el que presentó una brotación con mayor precocidad, una media de 52.66 días, y el tratamiento nueve (2:1:1 + yema con segmento de rama) fue el que requirió mayor cantidad de días en la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, 68.02 días.

Para poder analizarse los resultados obtenidos de la variable “días a la brotación” en los tratamientos donde se obtuvo respuesta se aplicó la fórmula de transformación de datos

_____, mientras que los tratamientos que no presentaron brotación (uno, cuatro y siete) se descartaron para el análisis estadístico (Cuadro 8).

Cuadro 8: Transformación de la variable días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (trans.)
	I	II	III	
1	--	--	--	--
2	7.89	7.70	7.72	7.77
3	8.19	8.41	8.79	8.46
4	--	--	--	--
5	7.93	8.34	8.00	8.09
6	8.81	8.33	8.63	8.59
7	--	--	--	--
8	8.22	7.82	7.72	7.92
9	8.48	8.76	8.99	8.74

En el cuadro ocho se presentan los resultados de los días a la brotación en los tratamientos del diseño experimental que produjeron respuesta, expresados en una distribución normal, de modo que puedan ser empleados dentro de un análisis estadístico en el que se determine el mejor de los tipos de propágulos, el sustrato más eficiente en proporción de gallinaza y la interacción ideal entre ambos.

El análisis de varianza (ANDEVA), se expresa en el cuadro nueve, para determinar la significancia estadística de cada uno de los tratamientos que produjeron respuesta y de los factores, para la variable días a la brotación.

Cuadro 9: ANDEVA para la variable días a la brotación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Bloques	2	0.021	0.001	0.927	0.531
Factor A	2	0.192	0.096	8.547	0.037
Error A	4	0.045	0.011		
Factor B	1	2.034	2.034	19.545	0.005
Interacción	2	0.079	0.040	0.381	0.702
Error B	6	0.624	0.104		
Total	17	2.995			

$$C.V. = 3.904\%$$

La información que se presenta en el cuadro nueve, indica que estadísticamente y con un coeficiente de variación del 3.904%, el experimento fue bien manejado en el campo; el factor A (sustratos con diferentes proporciones de gallinaza) es significativo y el factor B (tipos de propágulos) es altamente significativo para la variable días a la brotación; mientras que la interacción entre ambos no presentó significancia alguna.

La significancia presente en el factor “A” (sustratos) sugirió una prueba múltiple de medias de Tukey (Cuadro 10) para determinar las agrupaciones similares estadísticamente, y de esta forma, los sustratos en función de gallinaza que mejor respuesta obtuvieron estadísticamente.

Cuadro 10: Prueba múltiple de medias Tukey al 1% para la variable días a la brotación, factor A (sustratos).

Factor A	Media (días)	Media (trans.)	Grupos
3	61.57	8.340	A
2	61.54	8.332	A
1	58.07	8.117	A

$$\text{Tukey} = 1.1786$$

Tomando en cuenta la información detallada en el cuadro 10, estadísticamente y con un nivel de significancia del 1%, se observa un solo grupo al realizar la prueba múltiple de medias Tukey, dicho grupo corresponde a los tres sustratos utilizados en función de la cantidad de gallinaza presente en cada uno de ellos (suelo, 3:1:1 y 2:1:1), y los cuales logran la misma precocidad en la brotación de “bambú asper”, *D. asper*; aunque probabilísticamente algún otro sustrato pudiera influir de forma distinta en dicha actividad agrícola.

Para determinar el mejor tipo de propágulo (factor “B”), se efectuó una prueba múltiple de medias de Tukey, debido a la alta significancia presente en el ANDEVA, y por medio de la cual se determinaron las agrupaciones conformadas al 1% de significancia en el cuadro 11.

Cuadro 11: Prueba múltiple de medias Tukey al 1% para la variable días a la brotación, factor B (tipos de propágulos).

Factor B	Media (días)	Media (trans.)	Grupos
3	65.66	8.59	A
2	55.12	7.93	A

$$\text{Tukey} = 0.6762$$

Con el 99% de precisión (1% de significancia), se puede establecer, de acuerdo al cuadro 11, la formación una sola agrupación, la cual corresponde a los tipos de propágulos de segmento de culmo y yema con segmento de rama, por lo que se puede definir que estadísticamente ambos presentan la misma respuesta en lo que se refiere a la variable “días a la brotación”.

El tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no reportó brotación antes de los noventa días (tiempo de duración de la investigación), por lo que no se evaluó dentro del análisis estadístico y en la prueba múltiple de medias.

Los tratamientos utilizados en el diseño experimental produjeron diversas medias en los días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en la figura cuatro se puede apreciar la expresión gráfica del comportamiento observado durante la investigación.

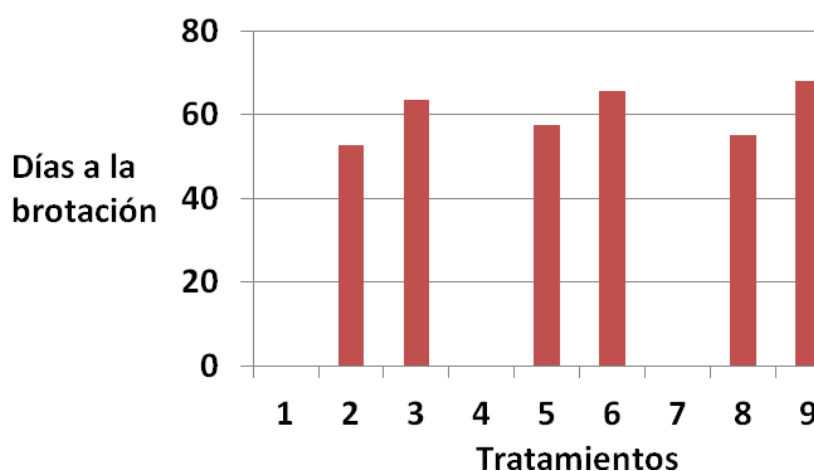


Figura 4: Días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

En la figura cuatro se observa que la cantidad de días en que el “bambú asper”, *D. asper*, tarda en brotar se encuentra regido principalmente por el tipo de propágulo que se utilice; la notoriedad es mayormente explicativa al hacer mención de que los tratamientos uno, cuatro y siete corresponden al tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo, y en los cuales no se reportó brotación alguna durante el tiempo que duró la investigación (90 días).

Los tratamientos restantes, dentro de los que se encontraba el método de reproducción asexual con segmento de culmo y de yema con segmento de rama presentaron una cantidad días muy similar para la brotación, estadísticamente iguales, sin embargo en la figura cuatro podemos observar que el tipo de propágulo con segmento de culmo es

más eficiente en cuanto a precocidad se refiere, un máximo de 57.60 días; mientras que al multiplicar el “bambú asper”, *D. asper*, por medio de yemas con segmentos de ramas se puede retardar hasta 11 días la brotación, es decir un máximo de 68.02 días.

La descripción anterior indica que la forma de multiplicación es la que determina la cantidad de días en que el “bambú asper”, *D. asper*, tardará en brotar. Valdez, D. (2,010), menciona que las especies de bambú responden distintamente a los diversos tipos de propágulos debido a que en algunas especies se ha comprobado mayor funcionalidad con otras formas de multiplicación; en el ICTA se propaga el “bambú asper”, *D. asper*, por medio de yemas con fracción de rama, y se ha reportado el mayor porcentaje de brotación entre los 45 y 60 días después de plantada la estructura vegetal, y posteriormente decrece el porcentaje de brotación.

Londoño, X. (1,990), afirma que al utilizar el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo la actividad de brotes se da generalmente después del año de sembrado, mientras que con los tipos de propágulos de segmentos de culmo y yemas con segmentos de rama, se inicia la brotación a partir de los 20 a 30 días después de la siembra.

En síntesis, estadísticamente los tres sustratos influyen de igual forma en los días a la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, y los mejores tipos de propágulos son segmento de culmo y yema con segmento de rama. Las interacciones o tratamientos no son significativas.

6.3. Establecimiento del sustrato, tipo de propágulo y/o interacción más adecuada para generar mayor porcentaje de brotación en “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero:

El porcentaje de brotación del “bambú asper”, *D. asper*, fue evaluado mediante el conteo del número de brotes producidos por tratamiento, tomando en cuenta que la totalidad (100%) correspondía a los seis propágulos de cada unidad experimental, en

donde se obtuvo la media de las tres repeticiones dentro del diseño, tangibles en el cuadro 12.

Cuadro 12: Porcentaje de brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (%)
	I	II	III	
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	83.33	83.33	66.66	77.77
3	66.66	50.00	83.33	66.66
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	66.66	66.66	50.00	61.11
6	50.00	50.00	66.66	61.11
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	66.66	83.33	50.00	66.66
9	66.66	50.00	50.00	61.11

En el cuadro 12 se puede observar que el porcentaje de brotación fue distinto en los tratamientos evaluados, la interacción con mayor cantidad de brotes emitidos fue: suelo + segmento de culmo (2) con un 77.77% de semillas asexuales brotadas; y los tratamientos que menor porcentaje de brotación presentaron fueron los números cinco, seis y nueve con una media del 61.11%, excluyendo los tratamientos que no presentaron brotes (sustrato + rizoma con segmento de culmo).

Los tratamientos que presentaron resultados, anteriormente descritos en el cuadro 12, se sometieron a un proceso de transformación para poder analizarse estadísticamente en un modelo matemático de varianza, mediante la fórmula arcoseno: $\arcsin \sqrt{\frac{y}{100}}$; el cuadro 13 presenta los resultados de la variable “porcentaje de brotación” transformados para poder evaluarse en el ANDEVA.

Cuadro 13: Transformación de la variable porcentaje de brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (trans.)
	I	II	III	
1	--	--	--	--
2	65.90	65.90	54.73	62.18
3	54.73	45.00	65.90	55.21
4	--	--	--	--
5	54.73	54.73	45.00	51.49
6	45.00	45.00	54.73	48.24
7	--	--	--	--
8	54.73	65.90	45.00	55.21
9	54.73	45.00	45.00	48.24

En el cuadro 13 se describen los datos transformados para el análisis de varianza, porcentajes de brotación (————); exceptuando los tratamientos que no produjeron respuesta, los resultados restantes fueron transformados a una distribución normal para poder determinar la significancia de los factores y de las interacciones.

El análisis estadístico de varianza presenta los resultados necesarios para establecer el tipo de propágulo, el sustrato o la interacción que presenta significancia o alta significancia; en el cuadro 14 se describe sistemáticamente el ANDEVA de los resultados para la variable “porcentaje de brotación.

Cuadro 14: ANDEVA para la variable porcentaje de brotación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Bloques	2	31.79	15.90	0.47	0.659
Factor A	2	259.88	129.94	3.82	0.119
Error A	4	136.03	34.01		
Factor B	1	147.52	147.52	1.63	0.248
Interacción	2	13.86	6.93	0.08	0.736
Error B	6	542.20	90.37		
Total	17	1131.28			

$$C.V. = 17.792\%$$

El análisis estadístico de varianza, visible en el cuadro 14, presentó un coeficiente de variación del 17.792%, el cual se encuentra dentro del rango aceptable (<20%) y que indica que el experimento fue bien manejado en el campo. La especie *D. asper* no mostró distinta respuesta para la variable porcentaje de brotación en el factor “A” (sustratos), factor “B” (tipos de propágulos) y en las interacciones (tratamientos) debido a que no presentaron significancia dentro de la investigación.

Los tipos de propágulos, sustratos o interacciones no fueron determinantes en la cantidad de brotes emitidos en “bambú asper”, *D. asper*, dentro del diseño experimental; sin embargo el comportamiento de los tratamientos en condiciones de vivero se expresa gráficamente en la figura cinco.

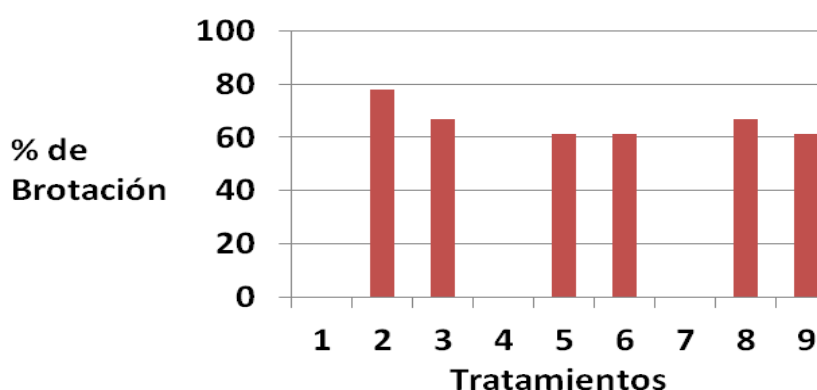


Figura 5: Porcentaje de brotación de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Estadísticamente los tratamientos que reportaron resultados obtuvieron la misma respuesta en la variable porcentaje de brotación; empero el tipo de propágulo correspondiente a rizoma con fracción de culmo no produjo brotes (0%), sin embargo Londoño, X. (1,990) indica que los bambúes paquimorfo propagados por rizoma con segmento de culmo logran generar brotes después de un año de la siembra, por lo que puede sugerirse una evaluación del mismo para la multiplicación en campo definitivo y no en vivero.

Los tipos de propágulos que produjeron mayor porcentaje de brotación fueron: yema con segmento de rama (62.96%) (anexo 21) y segmentos de culmo (68.51%) (anexo22); en la figura cinco se puede observar la diferencia entre las dos agrupaciones. Rodas, O. (1,988), dice que el bambú propagado por el método correspondiente, según la especie, puede lograrse un 70 a 100% de brotación.

En resumen, los tipos de propágulos, los sustratos e interacciones no son significativas para la cantidad de brotes emitidos, sin embargo segmento de culmo y yema con segmento de rama produjeron la misma respuesta para la variable porcentaje de brotación de “bambú asper”, *D. asper*, a diferencia de rizoma con segmento de culmo.

6.4. Definición del mejor sustrato, tipo de propágulo e interacción de acuerdo a la altura y diámetro de los brotes del cultivo de “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero:

El porcentaje de brotación y la precocidad en la emisión de brotes son características importantes para definir los mejores tipos de propágulos y los sustratos más eficientes; sin embargo el vigor (altura y diámetro) de un brote es fundamental en la reproducción de plantas para vivero, por lo que se reportaron las alturas (longitudes) y los diámetros de los mismos con el propósito de establecer una relación entre los factores (A y B) y/o las interacciones con dichas características.

En el cuadro 15 se describen las alturas de los brotes a los noventa días de la siembra (tiempo de la investigación) por cada unidad experimental (seis propágulos); y en los que se definen las medias de los datos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados dentro del diseño experimental.

Cuadro 15: Altura (m.) de los brotes de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (m.)
	I	II	III	
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	0.35	0.33	0.33
3	0.26	0.31	0.33	0.30
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.27	0.31	0.26	0.28
6	0.28	0.23	0.20	0.24
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.24	0.33	0.29	0.29
9	0.21	0.23	0.19	0.21

El cuadro 15 presenta las medias de las alturas de cada unidad experimental en donde se observa que el tratamiento dos (suelo + segmento de culmo) produjo los brotes con mayor altura (0.33 m.); mientras que el tratamiento nueve (2:1:1 + yema con segmento de rama) fue el que emitió los brotes más cortos, una media de 0.21 m.

Los tratamientos uno, cuatro y siete no presentaron resultados para ninguna de las variables evaluadas debido a que no se obtuvo brotes en el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo; sin embargo se efectuó un análisis estadístico de varianza para determinar la significancia de los tratamientos que si produjeron respuesta para la variable altura de brotes a los noventa días, tal y como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16: ANDEVA para la variable respuesta altura (m.) de brotes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Bloques	2	0.0004	0.0019	1.4177	0.343
Factor A	2	0.0147	0.0074	5.5822	0.071
Error A	4	0.0053	0.0013		
Factor B	1	0.0108	0.0108	14.6674	0.009
Interacción	2	0.0019	0.0010	1.3259	0.334
Error B	6	0.0044	0.0007		
Total	17	0.0408			

$$C.V. = 9.907\%$$

En el cuadro 16 se presenta el ANDEVA para la variable respuesta “altura de brotes”, con el que se puede determinar, bajo un coeficiente de variación del 9.907% (permisible), que el único factor que presenta alta significancia es el “B” (tipos de propágulos); mientras que las interacciones y los sustratos con diferentes porcentajes de gallinaza (0%, 20% y 25%), no fueron significantes en el desarrollo de los brotes de “bambú asper”, *D. asper*.

Para evaluar estadísticamente las posibles agrupaciones formadas dentro del modelo de varianza se efectuó una prueba múltiple de medias de Tukey en la que se trabajó con un nivel de precisión del 99 % (1% de significancia), cuadro 17.

Cuadro 17: Prueba múltiple de medias Tukey, al 1% para la variable altura (m.) de brotes, factor B (tipos de propágulos).

Factor B	Media	Grupos
2	0.2980	A
3	0.2490	A

$$\text{Tukey} = 0.0800$$

En el cuadro 17 (prueba de medías Tukey) se conforma un solo grupo, que estadísticamente presentó resultados iguales y el que corresponde a los tipos de propágulos por segmento de culmo (0.2980 m.) y yema con segmento de rama (0.2490 m.); mientras que el tipo de propágulo por rizoma con segmento de culmo no se analizó debido a que no produjo ningún brote. A pesar de que el tipo de propágulo por segmento de culmo produjo brotes relativamente más altos, esto no estableció diferencia estadística con respecto a la altura de los brotes por el método de yema con segmento de rama.

Para verificar notablemente las diferencias entre los tratamientos que respondieron a la variable altura o longitud de brote se estableció la figura seis, en donde se puede apreciar un gráfico de barras que indica la magnitud del comportamiento para cada uno de los tratamientos.

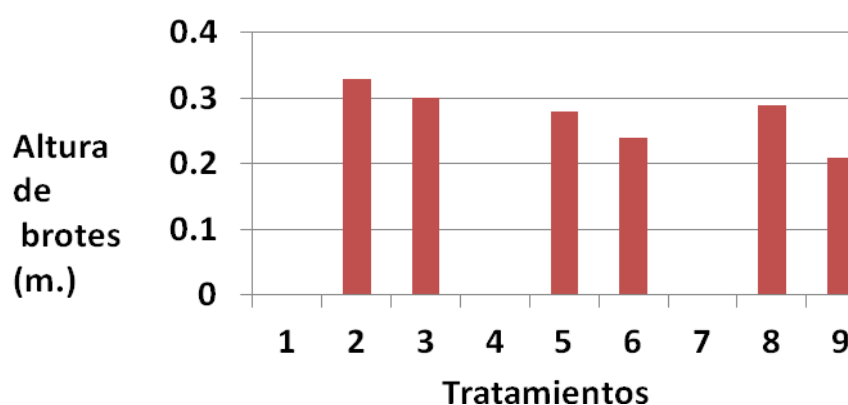


Figura 6: Altura (m.) de brotes de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

La figura seis muestra las mayores longitudes o alturas de brotes que se presentaron en los tratamientos dos cinco y ocho, correspondientes al tipo de propágulo por segmento de culmo (media = 0.2980 m.); también se puede observar el comportamiento de los tratamientos tres, seis y nueve (yema con segmento de rama)

los cuales produjeron brotes más cortos, una media de 0.2490 m.; mientras que los tratamientos uno, cuatro y siete no produjeron brotes.

Para definir los tratamientos que presentaron los mayores diámetros se efectuó una medición de los brotes a los noventa días de establecida la investigación y de esta manera poder evaluar los factores "A" y "B", así como la interacción entre ambos, los datos reportados se expresan en el cuadro 18.

Cuadro 18: Diámetro (cm.) de brotes de "bambú asper", *D. asper*, en los nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones			Media (cm.)
	I	II	III	
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.80	2.40	3.10	2.77
3	2.30	1.80	2.30	2.13
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3.10	2.50	2.50	2.70
6	1.70	1.90	2.30	1.97
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	2.60	2.70	2.60	2.63
9	1.70	2.20	2.10	2.00

Los diámetros expresados en centímetros dentro del cuadro 18 muestran que el tratamiento 3, constituido por el método de yema con segmento de rama en sustrato de suelo sin adición de gallinaza y arena, presenta la media de los diámetros de mayor tamaño (3.37 cm.); mientras que el tratamiento con menores diámetros fue el ocho (2:1:1 + segmento de culmo), con una media de 2.5 cm., exceptuando los tratamientos en donde estuvo presente el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo debido a que no produjo brotes.

El análisis estadístico de varianza (cuadro 19) se realizó únicamente con los tratamientos que presentaron resultados, es decir que no se tomaron en cuenta los tratamientos uno, cuatro y siete, con el fin de establecer la significancia de los factores,

tanto de los sustratos como en el tipo de propágulo utilizado, así como la interacción entre ambos, y de esta manera encontrar el tratamiento adecuado para la reproducción de “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero.

Cuadro 19: ANDEVA para la variable respuesta diámetro (cm.) de brotes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Bloques	2	0.163	0.082	0.875	0.514
Factor A	2	0.063	0.032	0.339	0.733
Error A	4	0.373	0.093		
Factor B	1	2.000	2.000	26.67	0.003
Interacción	2	0.010	0.005	0.067	0.936
Error B	6	0.450	0.075		
Total	17	3.060			

$$\text{C.V.} = 11.572\%$$

El cuadro 19 expresa los resultados del análisis estadístico de varianza aplicado a los datos obtenidos de la investigación en el campo sobre sustratos y tipo de propágulo para “bambú asper”, *D. asper*, para la variable “diámetro de brote”; y en la que se puede establecer que el factor “B” (tipo de propágulo) es altamente significativo; mientras que los sustratos (“A”), y las interacciones de los tratamientos dentro de las tres repeticiones no representó significancia alguna dentro del diseño experimental para la etapa de reproducción en vivero. El experimento fue bien manejado (C.V. = 11.572%).

Para definir los grupos o el tipo de propágulo que mejor respuesta lograron en base al diámetro del brote se efectuó una prueba de Tukey (prueba múltiple de medias), la cual se presenta en el cuadro 20.

Cuadro 20: Prueba múltiple de medias Tukey al 1% diámetro (cm.) de brotes, factor B (tipos de propágulos).

Factor B	Media	Grupos
2	2.70	A
3	2.03	A

$$\text{Tukey} = 0.8285$$

El cuadro 20 indica la formación de un solo grupo, los dos tipos de propágulos que produjeron brotes (segmento de culmo y yema con segmento de rama), con el 1% de significancia, lo que indica que los tipos de propágulos que mejor diámetro producen son segmento de culmo (2.70 cm.) yema con segmento de rama (2.03 cm.); rizoma con segmento de culmo no se comparó dentro del análisis debido a que no produjo brotes durante el tiempo que demoró la investigación (90 días).

Para indicar en forma gráfica la diferencia de diámetros para cada uno de los tratamientos se conformó un gráfico de barras (figura 7), en el cual se establecen los tipos de propágulos que mejor respondieron en el campo de experimentación.

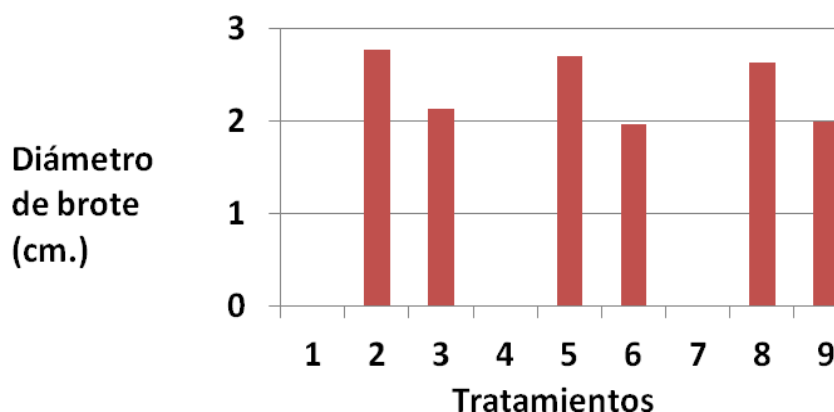


Figura 7: Diámetro de brotes de “bambú asper”, *D. asper*, en los nueve tratamientos.

La figura siete indica gráficamente que el tipo de propágulo que mejores diámetros produjo fue: segmentos de tallo o culmo, con una media de 2.70 cm., mientras que el tipo de propágulo de yema con segmento de rama presentó una media de 2.03 cm., separándolo en otro grupo estadístico; y por último el tipo de propágulo por rizoma con segmento de culmo no produjo ningún valor en esta variable, debido a la nulidad de brotación que presentó dentro de la investigación realizada.

Las variables altura de brote y diámetro de brote presentaron diferencias en cuanto al comportamiento de los tipos de propágulos, siendo igualmente eficientes los métodos de segmento de tallo o culmo y yema con segmento de rama; quedando excluido el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo debido a que no produjo brotes durante el tiempo de investigación (90 días).

Para definir la colateralidad entre ambas variables se realizó un análisis de correlación en el que la altura y el diámetro de los brotes se expresa gráficamente mediante una dispersión lineal y dentro de la cual se presenta la ecuación y el coeficiente de correlación R^2 (figura 8).

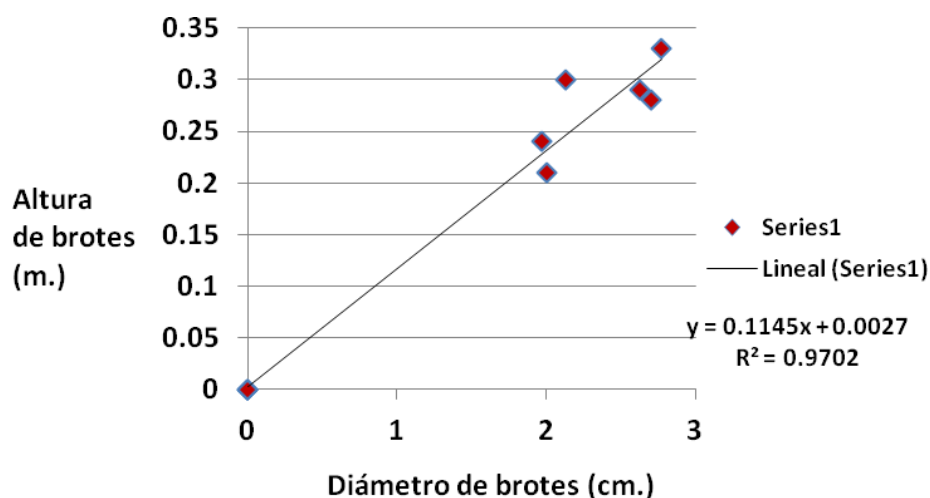


Figura 8: Análisis de correlación entre la variable altura y diámetro de brotes.

La figura ocho presenta la correlación que existe entre las variables de respuesta “altura de brotes” y “diámetro de brotes”, entre las que se encontró una correlación lineal directa del 97%, lo cual indica que ambas variables tienen una alta relación, es decir 0.97, debido a que entre más se acerca a -1 o +1 tienen mayor correlación y si tiende a cero no presentaría correlación alguna.

Estos resultados indican la relación que existe entre las alturas y diámetros de los brotes; a mayor diámetro, mayor altura ($y=0.114x + 0.002$), sin embargo esta relación puede ser influenciada por los tipos de propágulos utilizados.

Los sustratos e interacciones no influyen en la altura y diámetro de los brotes; a diferencia de los tipos de propágulos, en donde “segmento de culmo” produjo los brotes con mayor diámetro; y estadísticamente segmento de culmo y yema con segmento de rama producen la misma altura.

6.5. Análisis de comparación de costos para los tratamientos evaluados para multiplicar “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero:

La importancia de realizar un análisis de comparación de costos para los tratamientos evaluados radica en la toma de decisión técnica para determinar la mejor opción en la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*, dentro de las condiciones de un vivero comercial.

Para establecer el mejor tratamiento en base a la factibilidad económica y efectividad agrícola se deben estimar los costos de producción para cada uno de los tratamientos, y en base a los resultados de las variables respuesta, determinar estadísticamente la mejor forma de reproducir el material y con los costos más bajos para la multiplicación en un vivero.

En el cuadro 21 se plasman los costos de producción para multiplicar 1000 plantas en cada uno de los tratamientos, dentro de los que se especifican las actividades de vivero y los materiales utilizados directamente en la etapa de multiplicación.

Cuadro 21: Costos de producción para multiplicar 1000 plantas de “bambú asper”, *D. asper*, en cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	INSTALACIONES, MATERIALES, INSUMOS Y ACTIVIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1. SUELO + RIZOMA CON SEGMENTO DE CULMO	Área	600 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 1,935.83
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00
	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Rizomas (semilla)	1000	Q. 25.00	Q. 25,000.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m ²	Q. 6.76	Q.3,619.98
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 38,022.63
2. SUELO + SEGMENTO DE CULMO	Área	600 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 1,935.83
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00
	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Culmos (semilla)	67	Q. 53/culmo	Q. 3,551.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m ²	Q. 6.76	Q.3,619.98
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 30,973.63
3. SUELO + YEMA CON SEGMENTO DE RAMA	Área	232 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 74.24
	Tapesco	168 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 531.72
	Tablones	5	Q. 80/tablon	Q. 400.00
	Terbuphos	0.25 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 2.50
	Ferbam	0.015 Kg.	Q. 52.00	Q. 0.78
	Yemas (semilla)	1,000	Q. 0.75	Q. 750.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.015 Kg.	Q. 45.00	Q. 0.63
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90 Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	168 m ²	Q. 6.76	Q.1,135.68
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 8,554.35
4. 3:1:1 + RIZOMA CON SEGEMENTO DE CULMO	Área	600 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 1,935.83
	Arena (sustrato)	32 m ³	Q. 60.00/ m ³	Q. 1,920.00
	Gallinaza (sustrato)	32 m ³	Q. 560.00/ m ³	Q. 17,920.00
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00

... Continuación cuadro 21

	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Rizomas (semilla)	1000	Q. 25.00	Q. 25,000.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m²	Q. 6.76	Q.3,619.98
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 57,862.63
5. 3:1:1 + SEGMENTO DE CULMO	Área	600 m²	Q. 0.32/m²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m²	Q. 3.615/m²	Q. 1,935.83
	Arena (sustrato)	32 m³	Q. 60.00/ m³	Q. 1,920.00
	Gallinaza (sustrato)	32 m³	Q. 560.00/ m³	Q. 17,920.00
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00
	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Culmos (semilla)	67	Q. 53/culmo	Q. 3,551.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m²	Q. 6.76	Q.3,619.98
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 50,813.30
6. 3:1:1 + YEMA CON SEGMENTO DE RAMA	Área	232 m²	Q. 0.32/m²	Q. 74.24
	Tapesco	168 m²	Q. 3.615/m²	Q. 531.72
	Arena (sustrato)	8 m³	Q. 60.00/ m³	Q. 480.00
	Gallinaza (sustrato)	8 m³	Q. 560.00/ m³	Q. 4,480.00
	Tablones	5	Q. 80/tablon	Q. 400.00
	Terbuphos	0.25 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 2.50
	Ferbam	0.015 Kg.	Q. 52.00	Q. 0.78
	Yemas (semilla)	1,000	Q. 0.75	Q. 750.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.015 Kg.	Q. 45.00	Q. 0.63
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90 Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	168 m²	Q. 6.76	Q.1,135.68
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 13,514.35
7. 2:1:1 + RIZOMA CON SEGMENTO DE CULMO	Área	600 m²	Q. 0.32/m²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m²	Q. 3.615/m²	Q. 1,935.83
	Arena (sustrato)	40 m³	Q. 60.00/ m³	Q. 2,400.00
	Gallinaza (sustrato)	40 m³	Q. 560.00/ m³	Q. 22,400.00
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00
	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Rizomas (semilla)	1000	Q. 25.00	Q. 25,000.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m²	Q. 6.76	Q.3,619.98

... Continuación cuadro 21

	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 62,822.63
8. 2:1:1 + SEGMENTO DE CULMO	Área	600 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 192.00
	Tapesco	535.5 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 1,935.83
	Arena (sustrato)	40 m ³	Q. 60.00/ m ³	Q. 2,400.00
	Gallinaza (sustrato)	40 m ³	Q. 560.00/ m ³	Q. 22,400.00
	Tablones	20	Q. 80/tablon	Q. 1,600.00
	Terbuphos	1 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 10.00
	Ferbam	0.06 Kg.	Q. 52.00	Q. 3.12
	Culmos (semilla)	67	Q. 53/culmo	Q. 3,551.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.06 Kg.	Q. 45.00	Q. 2.70
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	535.5 m ²	Q. 6.76	Q.3,619.98
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 55,773.63
9. 2:1:1 + YEMA CON SEGMENTO DE RAMA	Área	232 m ²	Q. 0.32/m ²	Q. 74.24
	Tapesco	168 m ²	Q. 3.615/m ²	Q. 531.72
	Arena (sustrato)	10 m ³	Q. 60.00/ m ³	Q. 600.00
	Gallinaza (sustrato)	10 m ³	Q. 560.00/ m ³	Q. 5,600.00
	Tablones	5	Q. 80/tablon	Q. 400.00
	Terbuphos	0.25 Kg.	Q. 10.00/Kg.	Q. 2.50
	Ferbam	0.015 Kg.	Q. 52.00	Q. 0.78
	Yemas (semilla)	1,000	Q. 0.75	Q. 750.00
	Acido indolbutírico (bioraizan)	0.015 Kg.	Q. 45.00	Q. 0.63
	Fertilizante 10-50-0	45Kg.	Q. 243.00	Q 243.00
	Fertilizante 20-20-0	90 Kg.	Q. 188.00	Q. 376.00
	Riego	168 m ²	Q. 6.76	Q.1,135.68
	Jornales	1 * 90 días	Q. 56.00 / día	Q. 5,040.00
	Total			Q. 14,754.35

El cuadro 21 detalla los costos de producción para cada uno de los tratamientos, en los que se pueden observar los cambios cuantitativos en algunos materiales, insumos e instalaciones utilizadas, para un vivero de 1,000 plantas, por lo tanto los costos totales varían de un tratamiento a otro, siendo el más económico el tratamiento 1 (suelo + yema con segmento de rama); mientras que el tratamiento más costoso es el 2:1:1 + rizoma con segmento de culmo (T7).

Según los análisis estadísticos de varianza los sustratos no fueron significativos para la brotación de bambú, sin embargo incrementan los costos de producción, esto se hace notable al observar que el tratamiento con mayores costos de producción (Q.62,822.63), fue multiplicado por rizoma con segmento de culmo en un sustrato 2:1:1,

y el tratamiento que presentó menores costos de producción fue yema con segmento de rama propagado únicamente en suelo con Q. 8,554.35.

La ilustración gráfica del comportamiento de los costos de producción, regidos por los sustratos con diversas proporciones de gallinaza y el tipo de propágulo utilizado para cada uno de los tratamientos se presenta la figura nueve.

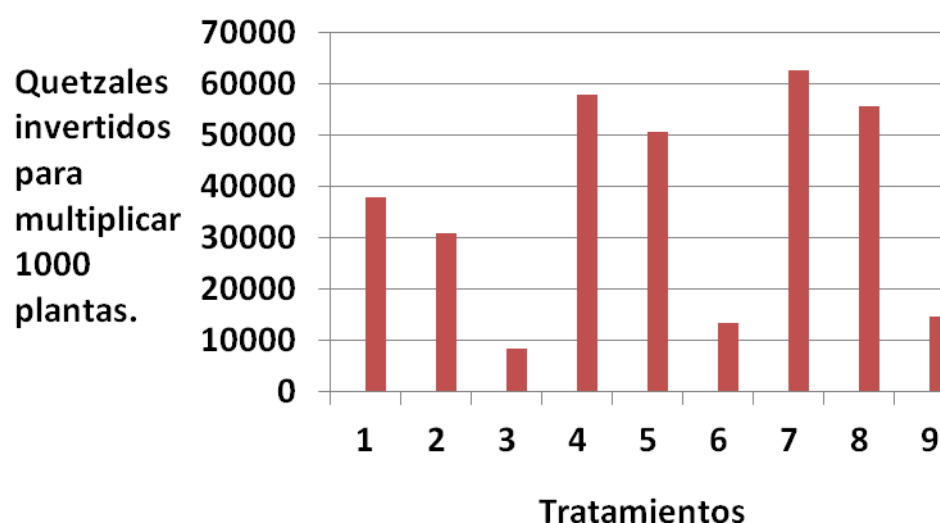


Figura 9: Gráfica de costos de producción para los tratamientos evaluados.

La figura nueve indica los altos costos de producción al multiplicar “bambú asper”, *D. asper*, por el método de rizoma con segmento de culmo, sin embargo pudiera evaluarse para campo definitivo, mientras que al utilizar el método de yema con segmento de rama se logra la minimizar los costos debido al espacio ocupado y al precio de la semilla asexual, los sustratos con gallinaza (20% y 25%), solamente incrementan los costos y no logran una diferencia significativa en la etapa de vivero para propagar o multiplicar el “bambú asper”, *D. asper*.

Por lo que se puede concluir que el tratamiento con menores costos de producción para multiplicar *D. asper* es: suelo + yema con segmento rama.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** Los sustratos evaluados presentaron una textura franco – arenosa y un pH neutro ideal para multiplicación en vivero. La incorporación de gallinaza a los sustratos no mejoró la capacidad de retención de humedad pero incrementó el porcentaje de Materia Orgánica y la concentración de elementos como calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio.
- 7.2.** Los tres sustratos utilizados provocaron el mismo efecto para la variable días a la brotación y las interacciones no fueron significativas. Los mejores tipos de propágulos para la variable días a la brotación fueron yema con segmento de rama (65.66 días) y segmento de culmo (55.12 días). El tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no produjo brotes durante los 90 días de investigación.
- 7.3.** Las interacciones, los sustratos y los tipos de propágulos utilizados no presentaron significancia para el porcentaje de brotación. Sin embargo los tipos de propágulos con mayor porcentaje de brotación fueron segmento de culmo (68.51%) y el método de yema con segmento de rama (62.96%). El tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo no produjo brotes (0%).
- 7.5.** Los tipos de propágulos por segmento de culmo y yema con segmento de rama, estadísticamente produjeron la misma respuesta para la variable altura de brotes, 0.2977 m. y 0.2488 y diámetro de brotes 2.70 y 2.03 respectivamente; por lo que se estimó una correlación entre ambas variables de $R^2=0.970$. El método de rizoma con segmento de culmo no produjo resultados para estas variables, y los sustratos e interacciones no fueron significativos en los resultados obtenidos para establecer el tamaño de los brotes.

- 7.6.** El tipo de propágulo que presentó menor costo de producción fue suelo + yema con segmento de rama y de acuerdo con los resultados obtenidos de las variables evaluadas, estadísticamente, es un tipo de propágulo muy eficaz en condiciones de vivero.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. El tratamiento recomendado para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*, en condiciones de vivero es el que incluye suelo + yema con segmento de rama debido a que estadísticamente se comprueba que tiene muy buenos resultados y es altamente rentable.
- 8.2. Evaluar el tipo de propágulo de rizoma con segmento de culmo en campo definitivo y por un periodo de tiempo más extenso que la duración de la presente investigación, debido a que la revisión de literatura indica que puede llegar a producir brotes.
- 8.3. Evaluar si los costos de producción se pueden reducir al multiplicar “bambú asper”, *D. asper*, por el método de yema con segmento de rama directamente en bolsas de polietileno obviando la etapa en camas de multiplicación.
- 8.4. Investigar sobre la influencia de auxinas en la brotación de “bambú asper”, *D. asper*, para establecer información definitiva de dosis a utilizar para la multiplicación de dicho cultivo en condiciones de vivero.
- 8.5. Realizar investigaciones sobre fertilización orgánica y química en viveros de “bambú asper”, *D. asper*, para establecer la influencia de esta actividad en la brotación y características de los brotes, debido a que no existe información sobre las necesidades nutricionales del cultivo en nuestro medio.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 9.1. Arguedas, P. 1989. Camada (cascarilla de arroz y gallinaza) biodigerida en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis de Maestría. Guatemala., Gt. USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos. 87p.

- 9.2. Bereau, P. 2010. Ficha técnica del bambú. Bambú: características del producto. (En línea) co. Consultado: 17/03/2010. Disponible en ://www.semicol.com

- 9.3. Castillo, J. 2010. Desarrollo de la investigación inferencial. (Entrevista personal). Encargado de manejo agrícola del vivero “Margaritas”. San Miguel Panán, Suchitepéquez., Gt.

- 9.4. CENGICANÁ (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar). 2010. Análisis físicos y químicos de los sustratos utilizados. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla., Gt.

- 9.5. Colón, V. 2008. Bancos de propagación de Bambú (*Guadua angustifolia Kunth*) en cantón “General Elizalde”, Provincia de Guayas, Ecuador. (En línea) ecu. Consultado: 22/03/2010. Disponible en: <http://www.semicol.comwww.bambubrasileiro.com>

- 9.6. Cortés, G. 2005. Propagación de Bambú. Revista electrónica Biobambú. (En línea) mx. Consultado: 11/03/2010. Disponible en: ://www.bambumex.com

- 9.7. Fernández, H. 2004. Proyecto de inversión de Bambú *Guadua angustifolia Kunth*. Guatemala., Gt. Edit. E.G.M. 26 p.

- 9.8.** Gallardo, C. 2008. Comportamiento en la brotación de *Guadua angustifolia Kunth* empleada en la propagación vegetativa. Artículo de investigación de cultivos tropicales. (En línea) cu. Consultado: 13/03/2010. Disponible en: <http://www.scielo.com>
- 9.9.** Haya, C. 1997. El compostaje. Información agropecuaria. (En línea) es. Consultado: 11/03/2010. Disponible en: [://www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- 9.10.** Heyne, K. 1927. De Nuttige Planten van Nederlandsch-Indie. (En línea) hol. Consultado 8/03/2010. Disponible en: <http://www.biodiversitylibrary.org>
- 9.11.** IGN (Instituto Geotécnico Nacional). 1976. Diccionarios geográficos de Guatemala. Tipografía Nacional. Guatemala., Gt. Edit. CONVERSA. 590p.
- 9.12.** INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación) / ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). 1990. Guía técnica para la identificación de las especies de Bambú, sus plagas y enfermedades. Departamento Agrícola, Misión de la República de China (Taiwán). Guatemala., Gt. 90 p.
- 9.13.** ----- . 1990. Tecnología del cultivo de Bambú. Departamento Agrícola, Misión de la República de China (Taiwán). Guatemala., Gt. 35 p.
- 9.14.** Lin, S. 2007. Construcción de casas con Bambú. Misión de la República de China (Taiwán). Guatemala., Gt. ICTA. 50p.
- 9.15.** ----- . 2007. Fabricación de muebles en Bambú. Misión de la República de China (Taiwán). Guatemala., Gt. ICTA. 50p.
- 9.16.** Londoño, X. 1990. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. (En línea) co. Consultado: 06/06/2010. Disponible en <http://www.Bambu.com>

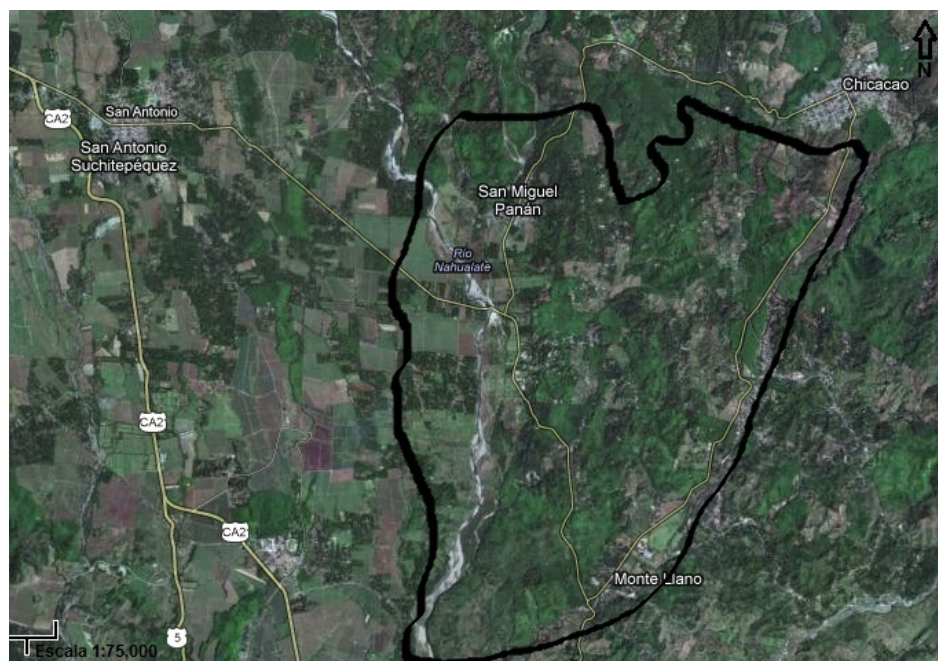
- 9.17.** ----- . 1990. Estudio botánico, ecológico, silvicultural, económico e industrial de las Bambusoideas de Colombia. Colombia. 78p.
- 9.18.** Mathul, C. 2010. Desarrollo de la investigación inferencial. (Entrevista personal). Encargado de manejo agrícola. Vivero "Las Palmas". San Miguel Panán, Suchitepéquez., Gt.
- 9.19.** McClure, F. 1955. Flora de Guatemala: Bambúes. Guatemala., Gt. Edit. Fieldiana. v.24 2390p.
- 9.20.** Méndez, F. 2005. Parcelas divididas, diseños experimentales agrícolas. (En línea) mx. Consultado 4/03/2010. Disponible en: <http://www.agro.edu.com>
- 9.21.** Menéndez, D. 2008. Análisis de gallinaza y sus posibles usos en granja "Victoria", San Antonio, Suchitepéquez. Informe de Asesoría Técnica. Suchitepéquez., Gt. 26p.
- 9.22.** Mercedes, R. 2006. Guía técnica del cultivo de bambú. Centro Agropecuario para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. (En línea) rep do. Consultado 22/03/2010. Disponible en: <http://www.cedaf.org.com>
- 9.23.** Montero, A. 1986. Efecto del sustrato en el crecimiento de plantas de macadamia (*Macadamia integrifolia*) en vivero. Tesis. Ingeniería Agronómica Generalista. Universidad de Costa Rica. (En línea) cr. Consultado: 23/03/2010. Disponible en: <http://www.orton.catie.ac.com>
- 9.24.** Morales, J. 2002. Sustratos orgánicos: una opción para la agricultura sostenible. México. Revista Agrocultura. 7(56): 11-17

- 9.25.** Moriya, K. 2001. La gallinaza, suplemento rural y un fertilizante completo. (En línea) cr. Consultado 4/03/2010. Disponible en: <http://www.archivo.abc.com>
- 9.26.** Murillo, T. 1999. Alternativas de uso para la gallinaza. Memorias del XI Congreso Nacional Agronómico. (En línea) cr. Consultado 15/03/2010. Disponible en: <http://www.mag.go.com>
- 9.27.** Nieto, F. 1985. Propagación y manejo de *Guadua* en Colombia. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva y propagación de especies más utilizadas. (En línea) co. Consultado 21/03/2010. Disponible en: <http://www.forb.com>
- 9.28.** Olivera, P.; Varona, J. 2003. Manual viveros forestales. La Habana, Cuba. Ministerio de Agricultura. 48p.
- 9.29.** Ramírez, J. 2010. Desarrollo de la investigación inferencial. (Entrevista personal). Encargado de la Planta de Compostaje, vivero “El Carmen”. San Miguel Panán, Suchitepéquez, Gt.
- 9.30.** Reina, V. 2010. *Dendrocalamus asper*. Información botánica de la plantación de Bambú. Quito, Ecuador. (En línea) ecu. Consultado 8/03/2010. Disponible en: <http://www.bambupalm.com>
- 9.31.** Reyes, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. México, DF. Edit. Trillas. 344p.
- 9.32.** Ríos, S. 2009. ¿Qué es la gallinaza? Gallinaza: Abono orgánico y complemento alimenticio. (En línea) mx. Consultado 18/03/2010. Disponible en: <http://www.gallinaza.com>

- 9.33.** Rodas, O. 1988. Evaluación de cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de Bambú en San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gt. USAC. Facultad de Agronomía. 66p.
- 9.34.** Sergey, M.; Lawrence, E. 2011. Mapas de San Miguel Panán, Suchitepéquez. (En línea). Consultado: 07/03/2010. Disponible en: <http://.googleearth.com>
- 9.35.** Solórzano, I. 2005. Manual básico para viveristas del bosque seco. Proyecto de conservación participativa del bosque seco. (En línea) ecu. Consultado 25/03/2010 Disponible en: [://www.gallinaza.com](http://www.gallinaza.com)
- 9.36.** Valdez, D. 2010. Desarrollo de la investigación inferencial. (Entrevista personal). Técnico en Innovación Tecnológica del Programa de Recursos Naturales, proyecto Bambú. ICTA, CISUR. Cuyuta, Escuintla, Gt.
- 9.37.** Villatoro, C. 2009. Diagnóstico del vivero de Bambú en la finca “El Carmen”, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Diagnóstico P.P.S. Agronomía Tropical. Mazatenango, Suchitepéquez. Gt. U.S.A.C. C.U.N.S.U.R.O.C. 18 p.
- 9.38.** Walker, R. 1996. MLA - Mapas electrónicos. Universidad del Sur de Florida. Tampa Florida. (En línea) usa. Consultado 27/03/2010. Disponible en [://www.electronicmaps.com](http://www.electronicmaps.com)

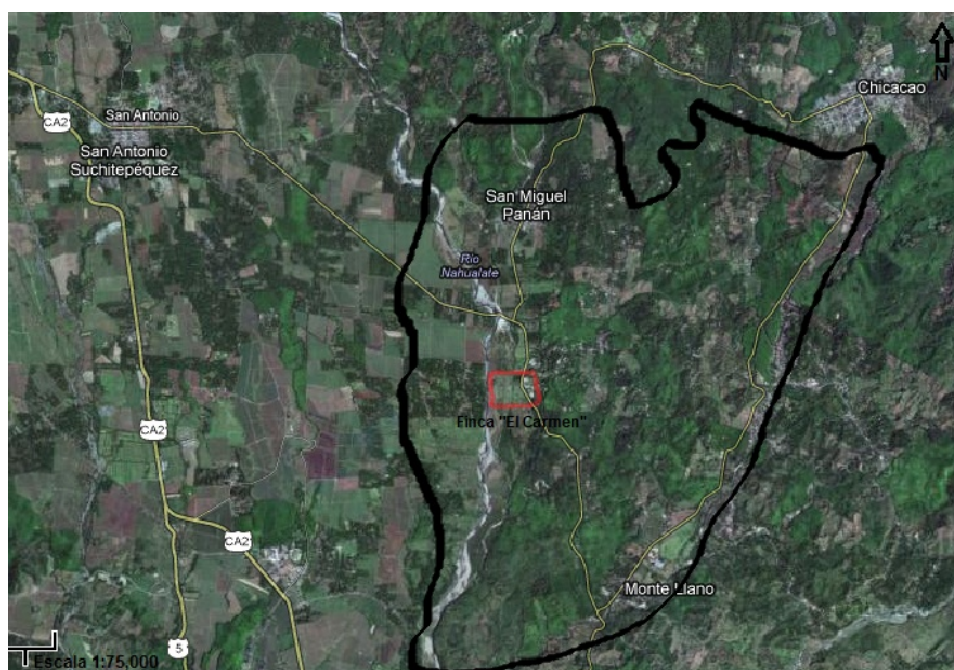
Vo. Bo. Licda. Ana de González
Bibliotecaria

X. ANEXOS



Anexo 1: Mapa de ubicación de San Miguel Panán, Suchitepéquez.

Fuente: Sergey, M. (2,010).



Anexo 2: Mapa de ubicación de la finca "El Carmen".

Fuente: Sergey, M. (2,010).

Anexo 3: Análisis físico-químico de gallinaza



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: DIANA MENENDEZ
PROCEDENCIA: GUATEMALA
FECHA DE INGRESO: 22/2/08

ANALISIS DE GALLINAZA

IDENTIFICACION	pH	%				ppm							
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O	NT	C : N
A	6.0	0.77	1.05	3.75	0.41	20	185	575	210	5000	13.41	1.05	7.4 : 1
B	5.6	0.91	2.15	7.75	0.51	30	240	400	310	3500	44.08	2.41	10.6 : 1
CA1	6.2	0.88	1.70	3.88	0.40	25	200	725	230	3500	40.24	1.85	23.3 : 1

CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA B-9, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 2443 9500, EXTENSION: 1768. FAX: (502) 2476 9758.

Fuente: FAUSAC (2,008).



Anexo 5: Vivero de bambú en finca “El Carmen” San Miguel Panán Suchitepéquez.



Anexo 6: Gallinaza compostada utilizada en la investigación.



Anexo 7: Fuente de arena blanca utilizada en la investigación.



Anexo 8: Preparación de los sustratos.



Anexo 9: Camas propagativas utilizadas en la investigación.



Anexo 10: Extracción de rizoma con segmento de culmo utilizados para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 11: Extracción de tallos o culmos utilizados para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 12: Extracción de yemas con segmento de rama utilizadas para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 13: Rizoma con segmento de culmo utilizado para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 14: Segmento de culmo utilizado para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 15: Yema con segmento de rama utilizados para la multiplicación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 16: Siembra de rizoma con segmento de culmo en la investigación.



Anexo 17: Siembra de segmento culmo en la investigación.



Anexo 18: Siembra de yema con segmento rama en la investigación.



Anexo 19: Aplicación de ácido indolbutírico (auxinas) a los propágulos.



Anexo 20: Aplicación de fertilizante en los tratamientos evaluados.



Anexo 21: Brotación de yema con segmento rama.



Anexo 22: Brotación de segmentos culmo.



Anexo 23: Medición de la altura de brotes.



Anexo 24: Medición del diámetro de brotes.



Anexo 25: Brotación de “bambú asper”, *D. asper*.



Anexo 26: Toma de datos de las variables evaluadas en la investigación.