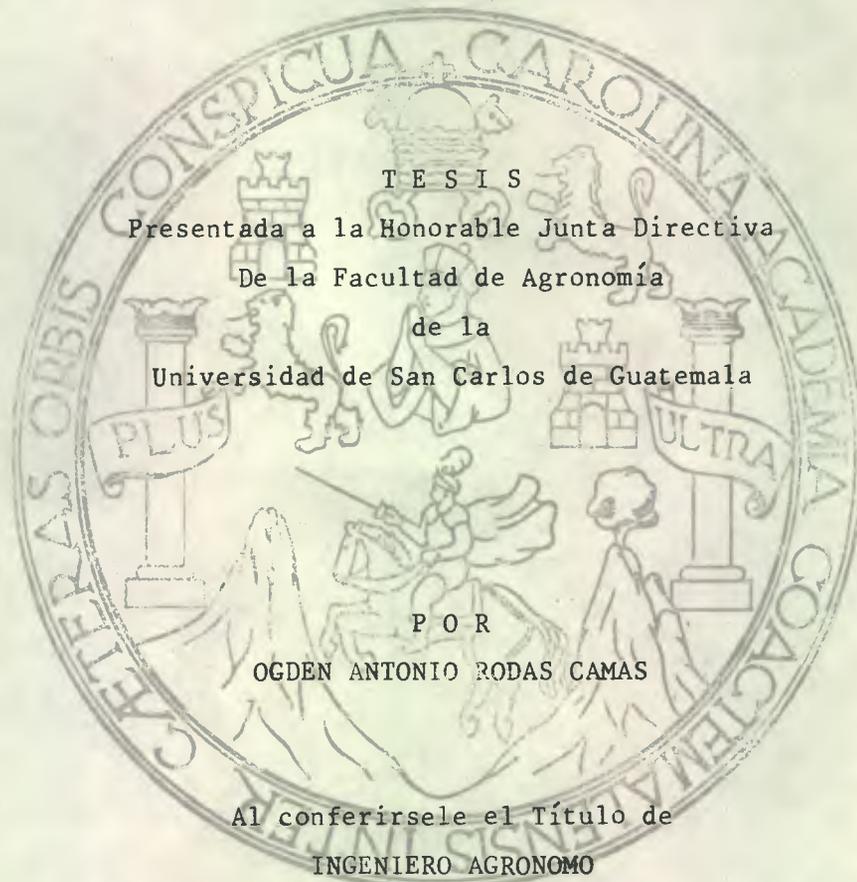


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

"Evaluación de cinco métodos de propagación  
vegetativa en siete especies de Bambú, en  
San Miguel Panán, Suchitepéquez"



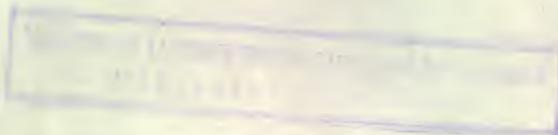
TESIS  
Presentada a la Honorable Junta Directiva  
De la Facultad de Agronomía  
de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR  
OGDEN ANTONIO RODAS CAMAS

Al conferirsele el Título de  
INGENIERO AGRONOMO  
En el Grado Académico de  
Licenciado en Ciencias Agrícolas

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**  
**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA**  
**BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.**

Guatemala, Enero de 1988



DL  
01  
T(1059)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Agronomía

RECTOR

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Aníbal Martínez
VOCAL 1:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL 2:	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL 3:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL 4:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL 5:	T.U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



Referencia \_\_\_\_\_  
Asunto \_\_\_\_\_

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

**GUATEMALA, CENTRO AMERICA**

5 de febrero de 1988

Señor Decano  
Ing. Agr. Anibal B. Martínez  
Facultad de Agronomía  
Su Despacho.

Señor Decano:

En atención a la designación que esa Decanatura me hiciera, comunico a usted que he asesorado al estudiante Ogden Antonio Rodas Camas Carnet No. 81-14325, en la ejecución del trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE CINCO METODOS DE PROPAGACION VEGETATIVA EN SIETE ESPECIES DE BAMBU, EN SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ".

Considero que dicho trabajo es un aporte sumamente importante que vendrá a enriquecer las investigaciones que en el cultivo de bambú son muy escasas. De esta forma, recomiendo la autorización para su impresión; ya que cumple con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

  
Ing. Agr. Neoli Gallardo  
ASESOR

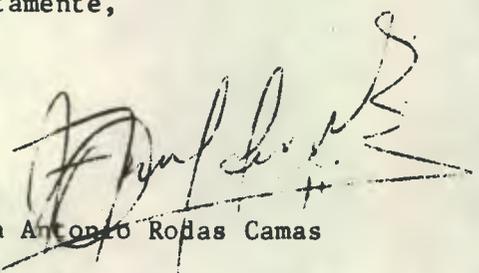
NG/eov.

Guatemala, Enero de 1,988

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE CINCO METODOS DE PROPAGACION VEGETATIVA EN SIETE ESPECIES DE BAMBU, EN SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ", presentándolo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Ogden Antonio Rodas Camas

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA: Como un aporte al desarrollo integral del país.

AL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS:

Especialmente al municipio de La Reforma, mi tierra natal.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS:

Casa de estudios que forja profesionales comprometidos con el desarrollo socioeconómico-cultural del país.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

Unidad académica donde cimenté mis conocimientos agronómicos.

AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS:

Por promover la investigación científica en el ramo de la producción agrícola y de los recursos naturales renovables.

A LA SUB-AREA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

Por brindarme la oportunidad de proyectarme como docente.

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA:

Centro que me inició en el estudio de las ciencias agrícolas.

A LOS AGRICULTORES GUATEMALTECOS:

Que con sudor y lágrimas surcan la tierra con la esperanza de un futuro mejor.

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS: Ser supremo que hoy permite coronar mis estudios.
- A MIS PADRES: Miguel Angel Rodas S.  
Rosa I. Camas de Rodas  
Como mínima recompensa a sus múltiples sacrificios,  
consejos y enseñanzas.
- A MIS HERMANOS: Víctor, Alba, Esperanza y Pricila  
Con amor fraternal.
- A MIS ABUELOS: Flores sobre su tumba.
- A MIS SOBRINAS: Mariana, Albita y Lourdes
- A MIS CUÑADOS: Mariano, Eduardo, Hugo y Leticia  
Con respeto y cariño.
- A MIS TIOS, PRIMOS Y SOBRINOS:  
Con aprecio y cariño
- A LAS FAMILIAS: Funes Rodas, Velásquez Camas, De León Camas,  
Maldonado Rodas, Laparra de León, Vásquez Camas.
- A MIS AMIGOS Y AMIGAS
- A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

## AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. Agr. Negli Gallardo: Por la asesoría y asistencia en la realización de este trabajo.
- Al Ing. Agr. Fritz Lang: Por el interés puesto en la finalización de este trabajo.
- Al P. Agr. Ernesto Carrillo: Por sus enseñanzas durante el desarrollo de esta investigación y a lo largo de mi carrera.
- A los Ingenieros Agrónomos: Marino Barrientos y Luis Reyes, por su colaboración en la fase de análisis de datos.
- Al Personal Administrativo y de Campo del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá: Especialmente al Ing. Agr. Julio R. Contreras y los señores Julio Ujpán, Antonio Juárez y Salvador Sacbin; por su valiosa ayuda en la fase de campo.
- A la señora Norma de Contreras: Por el interés puesto en el mecanografiado de este trabajo.

## CONTENIDO

TITULO	PAGINA
RESUMEN	i
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
1. Clasificación taxonómica del bambú	5
2. Ecología y distribución del bambú	5
3. Tipos de bambú	8
4. Formas de propagación del bambú	9
5. Usos	14
V. METODOLOGIA	16
1. Ubicación del sitio experimental y características	16
2. Material experimental y características	16
3. Factores evaluados	16
4. Diseño experimental	19
5. Parcela experimental	20
6. Variable respuesta	20
7. Análisis de datos	20
8. Manejo del experimento	21
VI. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION	25
A. Días a la brotación	30
B. Porcentaje de brotación	33
C. Porcentaje de sobrevivencia	42
D. Altura	48
VII. CONCLUSIONES	52
VIII. RECOMENDACIONES	54
IX. BIBLIOGRAFIA	55
X. APENDICE	58



Evaluación de cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de Bambú, en San Miguel Panán, Suchitepéquez.

Evaluation of five methods of vegetative propagation in seven species of Bamboo.

#### RESUMEN

El presente documento plantea los resultados obtenidos de la evaluación de 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 siete 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 Wendl.

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 3/4 partes de su capacidad con agua y 5) fracción de rama con dos nudos totalmente enterrada.

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

Al método anterior, le siguió el de propagación por fracción de tallo perforado mas agua; en las especies 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 53%.

El método de propagación por rizoma completo, únicamente respondió en las especies B. vulgaris vr. striata y B. tuldoides; con un 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 tenemos que, el método más eficiente, en función de las variables estudiadas, resultó ser el de propagación por rizoma 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, que, respondió a tres de los 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 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 de la presente evaluación.

INDICE DE CUADROS

No.	DESCRIPCION	PAGINA
1.	Elevación en metros sobre el nivel del mar adecuada para la propagación de algunas de las especies que se encuentran en Guatemala (CHEN, CHUN, HSIM, 1984, citado por Juárez B.).	6
2.	Respuesta de siete especies de bambú propagadas por cinco - métodos vegetativos en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.	26
3.	Días promedio a la brotación de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos en San Miguel Panán, - Suchitepéquez, 1986.	30
4.	Análisis de varianza para, días a la brotación.	32
5.	Prueba de medias para, días a la brotación.	32
6.	Brotación media de siete especies de bambú propagadas vegetativamente por cinco métodos, en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.	34
7.	Análisis de varianza para Porcentaje de brotación.	36
8.	Prueba de medias para el Porcentaje de brotación.	37
9.	Coefficientes de regresión lineal entre días a la brotación y Porcentaje de brotación.	40
10.	Porcentaje de sobrevivencia de siete especies de bambú propagadas vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez, -- 1986.	43
11.	Análisis de varianza del Porcentaje de sobrevivencia.	47
12.	Prueba de medias para el Porcentaje de sobrevivencia.	48
13.	Altura de brotes de siete especies de bambú propagadas vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.	49
14.	Análisis de varianza para altura de brotes, a los ocho meses de la siembra.	50
15.	Prueba de medias para altura de brotes, a los ocho meses de - la siembra.	50

## INDICE DE FIGURAS

No.	DESCRIPCION	PAGINA
1.	Métodos vegetativos de propagación de bambú evaluados.	18
2.	Porcentaje de brotación por especie y método.	35
3.	Curvas de regresión de días a la brotación contra Porcentaje de brotación de siete especies de bambú propagadas vegetativamente.	41

## I. INTRODUCCION

El bambú es un recurso fitogenético que bajo cultivo reviste gran importancia, por sus variados usos, los cuales pueden ser dirigidos a un proceso industrial o simplemente utilizarse rústicamente. Existe información que se adjudica más de 1000 aplicaciones, entre las que se puede mencionar, como materia prima en construcción de viviendas, puentes, cercas, tutores en agricultura, artesanías, alimentación tanto de humanos como de animales superiores, medicina, industria del papel, protección de cuencas hidrográficas, otros.

En nuestro medio el bambú ha sido, como muchas otras plantas, únicamente aprovechado, exponiendo a muchas especies a ser extinguidas por alteración de su habitat o por un manejo inadecuado, puesto que al darse la floración la planta muere (12, 24) y esto puede constituirse en mecanismo de extinción de especies.

En la actualidad, en Guatemala, se está utilizando bambú en cantidades relativamente grandes en construcción, artesanía, agricultura; de tal forma que, la extracción de esta planta, se ha constituido en una fuente de trabajo y a la vez de ingresos para muchas personas en la costa sur de Guatemala.

La explotación a que se está sometiendo al bambú lo pone en peligro de extinción o a una considerable reducción de su existencia. Se hace necesario, entonces, pensar ya en plantaciones sistemáticas de bambú con fines económicos de producción. Lo anterior muestra la importancia de impulsar la investigación en bambú, a fin de poder manejar y conservar las especies nativas y exóticas que existen en nuestro país.

La reproducción sexual o por semilla en bambú es dificultosa, pues, la floración varía en las especies desde anual hasta 100 años y la germinación es de un 56%, al momento de la recolección, y desciende hasta un 5% al tercer año de recolectada (12, 13). En base a lo anterior, la investigación en cuanto a propagación reviste una gran importancia por cuanto se ha investigado muy poco a nivel latinoamericano.

En la Facultad de Agronomía en 1984, se efectuó el primer estudio (2) sobre propagación vegetativa, evaluándose tres métodos de propagación que

4

fueron: a) rizoma y la base del tallo con dos nudos; b) sección del tallo con dos nudos entrelazados horizontalmente y c) sección del tallo con dos nudos enterrada la base con inclinación de 60°. La investigación se realizó en tres localidades: Finca Nacional Chocolá, campos de la Facultad de Agronomía y Finca Los Manantiales de Cuilapa, Santa Rosa. La respuesta de las once especies evaluadas con los tres métodos de propagación en las tres localidades, no fué significativa.

En la presente investigación se evaluó la respuesta de siete especies de bambú a cinco métodos de propagación vegetativa. Las especies utilizadas son las de mayor distribución en la Costa Sur de Guatemala y además presentan un alto potencial de uso (21). La investigación se concentró en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitopéquez. Básicamente se evaluó para cada especie el tiempo necesario para brotar, el porcentaje de brotación, la sobrevivencia (a los ocho meses) y la altura promedio de brotes; en función del método de propagación vegetativa.

## II. OBJETIVOS

### General:

Evaluar la respuesta de siete especies de bambú a cinco métodos vegetativos de propagación.

### Específicos:

1. Determinar el tiempo requerido para brotar, de siete especies de bambú propagadas vegetativamente por cinco métodos.
2. Determinar el porcentaje de brotación, de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos.
3. Determinar el porcentaje de sobrevivencia, de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos a ocho meses de la siembra.
4. Determinar la altura de brotes, de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos, a los ocho meses de la siembra.

### III. HIPOTESIS

Existe diferencia significativa, en la respuesta a los métodos vegetativos de propagación en, al menos una, de las especies de bambú.

## IV. REVISION DE LITERATURA

## 1. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL BAMBU (17)

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Gramineae ó Poaceae
Subfamilia	Bambusoideae

Según Calderón (1980), citado por Sagastume (21), los bambúes pueden ser herbáceos y leñosos, arborescentes y rizomatosos pero sin engrosamiento secundario. Tallos con ramas leñosas en los nudos; las ramas, en algunas especies, tienen ramas modificadas en órganos parecidos a espinas; hojas o láminas son planas, lanceoladas o linear-lanceoladas, articuladas con la vaina por una contracción o garganta a manera de un pecíolo que enrosca y mueve la hoja en diferentes posiciones; hojas con una fuerte venación teselada que es superficialmente débil; el florecimiento no se hace por estaciones, en algunos casos, sucede en ciclos de intervalos largos de muchos años (floración gregaria) o continúa a través de algunos meses del año (floración esporádica); - florescencias parciales, con limitadas o ilimitadas y continuas ramificaciones y una producción de nuevas inflorescencias parciales de tipo restringido o no restringido (pseudoespiguillas).

El rizoma tiene una gran importancia, no solo como órgano en el cual se almacenan los nutrientes que luego distribuye a las diversas partes de la planta sino que como un elemento básico para la propagación del bambú, la que se efectúa asexualmente por ramificaciones de los rizomas. Estas ramificaciones de los rizomas se presentan en dos formas diferentes de hábito de crecimiento, también diferentes en dos grandes grupos principales y uno intermedio, cada uno de los cuales comprende géneros y especies distintas.

## 2. ECOLOGIA Y DISTRIBUCION DEL BAMBU

a. Precipitación pluvial

Mínimo 762 mm al año, lo máximo no se conoce. Hay bambúes que

se encuentran en zonas donde la precipitación es mayor de 6,350 mm al año. La variación más común: 1,270 a 4,050 mm al año -- (12, 13, 24).

b. Temperatura

La mayoría se desarrolla entre los 9 y 36°C; pero se reportan algunas especies que soportan temperaturas bajas (Phyllostachys edulis, hasta -15°C), y sequías con temperaturas altas (Dendrocalamus strictus). (12, 13).

c. Humedad relativa

Los bambúes en su mayoría se encuentran en zonas de humedad relativa alta, 80% o más (12, 13).

d. Altitud

En Latinoamérica se reportan bambúes en las playas del Caribe y 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 (12, 13).

La altitud para la mejor propagación de algunas especies que se encuentran en Guatemala se especifica en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Elevación de metros sobre el nivel del mar adecuada para la propagación de algunas de las especies que se encuentran en Guatemala (CHEN, SHUN-HSIM, 1984, citado por Juárez B.)

E S P E C I E S	E L E V A C I O N m. s. n. m.
<u>Bambusa</u> <u>textilis</u>	600 - 1000
<u>Bambusa</u> <u>angustifolia</u>	500 - 1000
<u>Dendrocalamus</u> <u>giganteus</u>	200 - 600
<u>Gigantochloa</u> <u>apus</u>	600 - 1000
<u>Gigantochloa</u> <u>verticillata</u>	600 - 1000
<u>Phyllostachys</u> <u>aurea</u>	1000 - 1600
<u>Phyllostachys</u> <u>nuda</u>	1000 - 1600

e. Inclinación

La inclinación del terreno apropiada para el cultivo y crecimiento del bambú es de 15°, lo que facilita el cuidado y manejo del mismo (5).

f. Suelos

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-arcillosas, franco-limosas, arcillo-limosas; suelos fértiles, bien drenados, 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 contenido de aluminio, hierro, manganeso, bajos en contenido de calcio y magnesio, con colores amarillo, amarillo castaño, amarillo-rojizo-claro.

Es difícil encontrar bambúes en suelos negros mezclados con grava, de estructura granular o blocosa (12, 13).

El suelo que contiene más nitrógeno y ácido de silicón ayuda al crecimiento del bambú (12, 13, 14)

Según Takenouchi (1932), citado por Hidalgo (13), la mayor parte de los bambúes no se desarrollan en suelos muy húmedos, ni en suelos bajos que se inundan o con un nivel freático muy alto. - Por otra parte hay especies tropicales como B. polymorpha y B. arundinacea que se desarrollan tanto en suelos fértiles y drenados como en suelos cenagosos.

9. Distribución

La distribución natural del bambú en el hemisferio occidental - comprende del sur de Estados Unidos a Argentina y Chile, encontrándose aproximadamente 200 especies nativas con una distribución irregular. Todos los continentes a excepción de Europa y región Euro-Asiática poseen especies nativas de bambú.

Se consideran que existen en el mundo 47 géneros con 1,250 especies (12, 13).

F. A. McClure (1955) determinó la existencia de 8 géneros de bambú con 36 especies en Guatemala (17).

### 3. TIPOS DE BAMBU

De acuerdo con la forma y hábito de ramificación del rizoma existen dos grupos o tipos principales y uno intermedio: Paquimorfo, leptomorfo y anfipodial (12, 13, 14, 17, 24).

#### a. Grupo 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 manchas (12, 13).

Los rizomas tienen yemas laterales solitarias en forma de domo o semiesfera las cuales se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos culmos. La iniciación de los culmos bajo condiciones naturales se presenta en este grupo al comienzo de una estación lluviosa, siguiente a un período relativamente seco (12, 13).

Géneros: Bambusa (que incluye el subgénero Guadua) Dendrocalamus, Elytostachys, Gigantochloa, Oxytenanthera. (12).

#### b. Grupo leptomorfo

Rizoma cilíndrico y sólido con diámetros de menor dimensión que los tallos que origina. Las yemas pueden producir indistintamente tallos o un nuevo rizoma. Los rizomas se ramifican lateralmente recorriendo grandes distancias. Debido a esto, los tallos aéreos se ven separados y no aglutinados (9, 10, 11).

Géneros típicos: Arundinaria, Phyllostachys, Sasa, Semi-arundinaria, Shinobambusa (12, 13).

#### c. Grupo Anfipodial

El rizoma presenta ramificación combinada de los dos grupos principales en una misma Planta (12).

Géneros típicos: Chusquea y algunas especies tales como Sasa - paniculata en el Japón (12).

Los tallos del bambú difieren, según las especies en altura, diámetro y forma de crecimiento (12).

El tallo se origina en las especies del grupo paquimorfo, en el ápice del rizoma y en las especies del grupo leptomorfo, en una yema lateral del rizoma (12, 13).

#### 4. FORMAS DE PROPAGACION DEL BAMBU

Por lo general, tanto los bambúes del grupo paquimorfo, como los de leptomorfo, se propagan por semilla y por fracción vegetativa (12, - 13).

##### a. Propagación sexual o por semilla

Es muy poco utilizada debido a la dificultad que existe para conseguir las semillas, que son obtenidas en el florecimiento esporádico o gregario del bambú, siendo imposible predecir con seguridad la época de florecencia de una determinada especie. (12, 13).

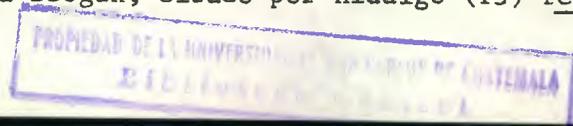
Deogun, citado por Hidalgo (13), dice que, el mejor momento para la recolección de la semilla es después de que madure. Se considera que una persona puede coleccionar de 4 a 6 libras de semilla - por día en una área donde ha habido un florecimiento gregario. Si la siembra es hasta un año después, debe guardarse la semilla en vasijas selladas.

Según estudios del Forest Research Institute de Landsdowne, se encontró que semillas del Dendrocalamus strictus, con una capacidad de germinación de 56%, que habían sido guardadas en tinas selladas durante 1, 2 y 3 años, mostraron al cabo de este tiempo, una capacidad de germinación de 54%, 43% y 5% respectivamente - (13).

##### a.1 Siembra de la semilla

Puede ser sembrada directamente in situ o en semilleros para luego transplantar. El segundo es el más recomendado.

Para la siembra directa Deogun, citado por Hidalgo (13) re



comienda en el caso de semillas de Dendrocalamus strictus, sembrarlas a una profundidad de 10 a 15 centímetros (4 a 6 pulgadas) ó a una mayor profundidad en suelos pobres. Cuando se hacen semilleros estos deben estar bien localizados - dentro del área de cultivo y próximos a una fuente de agua. La era debe tener una altura de 30 a 45 cms (12" a 18") sobre el nivel del suelo y ser aproximadamente ondulada.

El transplante usualmente se hace cuando la planta tiene uno o dos años, sacando la mata con la tierra que tenga adherida. Las más grandes pueden podarse hasta cierto punto (12, 13).

b. Propagación asexual o por fracción vegetativa

En la propagación asexual se emplean por lo general las partes - de la planta que contenga yemas o tejidos meristemáticos los cuales, en contacto con el suelo, generan una nueva planta. Estas yemas están localizadas en el rizoma y en los nudos del culmo y de las ramas. Muchas plantas con raíces ya formadas pueden morir antes de la formación de rizomas, o sea que las solas raíces no - son indicativos del establecimiento de la planta, siendo necesario para ello la formación de su rizoma (13).

No todos los métodos indicados para la propagación de un determinado tipo, son efectivos para todas las especies pertenecientes a ese tipo, ya que hay especies que por lo general solo responden a un determinado método de propagación y otras a unos pocos. En -- cambio, hay especies como Bambusa vulgaris que puede propagarse - por la mayoría de los métodos indicados (13).

De igual manera, la efectividad del método utilizado para la propagación, depende de la edad de la semilla asexual que se utilice (11).

b.1 Bambúes del grupo Paquimorfo (12, 13)

Pueden realizarse por cualquiera de los siguientes métodos:

- a. Por transplante directo
- b. Por rizoma y parte del tallo
- c. Por rizoma solo

- d. Por segmentos del tallo
- e. Por secciones de ramas
- a. Por Transplante Directo

El propágulo está constituido por el tallo completo con ramas, follaje y rizoma; trasladado y sembrado en el sitio correspondiente. Este sistema da el más alto grado de éxito tanto por la rata de supervivencia como del -- subsecuente desarrollo. Por lo general, se emplea este sistema cuando se desea transplantar un número muy pequeño de tallos con fines ornamentales (12, 13).

- b. Por rizoma y parte del tallo

Presenta algunas ventajas sobre el anterior. Es preferido para ciertas especies como: Dendrocalamus strictus, Bambusa tuldoides. Sin embargo, parece que en otras especies como la Bambusa textilis, estos propágulos no dan resultado (13).

El éxito de este método depende en parte de la vitalidad del rizoma utilizado y de la época del año en que se siembre. Si los rizomas se toman de plantas jóvenes y saludables y se siembran simultáneamente con la iniciación de las lluvias, puede esperarse éxito, pero si los rizomas son tomados de viejas plantas y sembrados antes de las lluvias resultará un completo fracaso. El grado de éxito es variable, pero puede ser de 100% (13, 14).

- c. Por rizoma solo

Son muy pocas las informaciones existentes que indiquen los detalles de los procedimientos y precauciones relacionadas con la propagación de ambúes por medio de rizomas solos (13).

McClure, citado por Hidalgo (12), considera que el procedimiento más simple para obtener el rizoma es tomarlo de la periferia de la mata, y no de la parte interna de ella, puesto que la tarea se complica demasiado.

d. Por segmentos del tallo:

El propágulo está constituido por una sección completa del tallo aproximadamente de una longitud de un metro y de uno o dos años de edad que tengan uno o varios nudos con yemas o ramas. Las ramas generalmente se cortan -- hasta de 30 cms. de longitud. Estas secciones pueden -- ser sembradas verticalmente o en ángulos y deben tener al menos un nudo bien cubierto (11, 12).

McClure, citado por Hidalgo, (13), observó que este sistema es utilizado con éxito en la propagación de algunas especies como la Bambusa vulgaris.

Algunos bambúes del tipo paquimorfo no responden favorablemente a este método de propagación (13).

Uno de los sistemas de cultivo del bambú empleando segmentos del tallo, que el autor ha experimentado con buenos resultados, consiste en sembrar una sección de bambú con uno o dos entrenudos completos que contengan buenas yemas. En la parte superior de cada entrenudo se hace un hueco y se llena con agua hasta las dos terceras partes; posteriormente se recubre con tierra y se riega la superficie con agua. Este método es apropiado para ser utilizado en suelos relativamente secos (13).

e. Por sección de ramas:

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 el cual aparecen espontáneamente y en abundancia, una serie de papilas o teticas que los botánicos denominan primordios radicales, los que luego se transforman en raíces. Las ramas que no presentan esta característica no producen raíces al sembrarse (13).

b.2 Bambúes del grupo Leptomorfo (12, 13, 14)

Pueden realizarse por uno de los siguientes métodos:

- a. Por trasplante directo
- b. Por tallo con raíces y rizoma
- c. Por cepa con raíces y rizoma
- d. Por rizoma con raíces

a. Por trasplante directo:

El proceso es similar que en el grup Paquimorfo, con la diferencia de que, en este caso, el rizoma debe ser cortado en dos partes. La planta puede ser podada antes - de cortar las raíces o inmediatamente después, para disminuir la pérdida de agua a través de las hojas (12, 13).

b. Por tallo con raíces y rizoma:

Se utilizan, en este método, tallos jóvenes nacidos en el mismo año ó en el anterior. Se prefiere la utilización de tallos grandes, pero los pequeños también pueden ser usados. Se dejan las ramas en varios nudos, removiéndose la parte superior del tallo. La longitud de - los rizomas debe ser de 40 a 60 cms., con aproximadamente 10 nudos y yemas (12, 13).

c. Cepa con raíces y rizoma:

En este caso el tallo no tiene ramas y se corta de una longitud de 30 cms. El procedimiento es igual al indicado en el párrafo anterior (12, 13).

d. Por rizoma con raíces:

Ueda, citado por Hidalgo (12), considera, de acuerdo a su experiencia, que los rizomas con raíces que se utilicen deben tener de 50 a 60 cms. de longitud, con 10 a - 15 nudos. Los rizomas con raíces de 2 a 3 años de edad son los más satisfactorios. Se recomienda este método para transporte a lugares distantes.

McClure y Durand, citados por Hasan (10), indican la importancia de que las fracciones de tallos y ramas echen raíces al retoñar; los retoños basales tiene lenta germinación y -

durante este tiempo el material plantado frecuentemente mue  
re, con el resultado de que el porcentaje de éxito es bajo. Hasan (10), indica que la propagación por ramas toma 6-30 meses para desarrollar. Las raíces desarrollan en 6-12 meses, pero el desarrollo de rizomas necesita 12-36 meses y el material plantado muere con el desarrollo del rizoma.

Un examen de la estructura del material usado para experimen  
tación indica las razones del bajo porcentaje de éxito.

Hasan (10), señala que las ramas son culmos en miniatura.

La porción basal de ambos es hinchada. En el caso de culmos (tallos) al hincharse es conocido como rizomas y en el caso de ramas éste ha sido llamado hinchamiento rizomatoso de ra  
mas basales. El hinchamiento de las bases de las ramas son morfológicamente y, bajo ciertas condiciones, fisiológicamen  
te similares al rizoma y puede funcionar parecido a éste.

Ambas estructuras permiten la diferenciación de tejidos. -  
Allí no hay tejido meristemático excepto en los retoños.

## 5. USOS

El bambú es un material muy versátil, cuyas posibilidades pueden po  
nerse al servicio de pobres y ricos (11).

En Japón se utilizan 80,000 toneladas de brotes de bambú como ali-  
mento de la población; 30,000 toneladas en artículos tales como biom  
bos, varas de pescar, postes, reglas de cálculo, etc. que son expor  
tadas; en la industria papelera se consumen 400,000 toneladas de --  
pulpa de papel; asimismo, en los otros países orientales se usa el  
bambú, para pisos, tejado de casas, corrales, redes para pescar, tu  
berñas para irrigación, puentes, cestas, gallineros, estuches, ta-  
baqueras, ceniceros, etc.; también se emplea para embellecer el pai  
saje y para prevenir desbordes de arroyos y ríos; los cogollos tier  
nos de ciertas especies y la semilla cuando se presenta floración -  
gregaria, se utilizan como alimento humano y como alimento animal se  
utiliza el follaje, según Vela citado por Sagastume (21).

En Guatemala se ha utilizado para construir cercos y juncos para --  
atar armazones de carga o de habitaciones rurales; para hacer gra--  
das, tutores (especiales para el pepino, tomate, arveja china) cons-  
trucción de viveros, mesas y bancos de trabajo, canales para condu-  
cir agua, para retención de muros pequeños y otros (13).

El Instituto Nacional Forestal, INAFOR, en casos especiales de terre  
nos muy pronunciados ha utilizado bambú que sirve para barrera de -  
contención de material arrastrado por el agua filtrándose ésta en -  
última instancia ( 11 ).

## V. METODOLOGIA

### 1. Ubicación del sitio experimental y características

El proyecto se realizó en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, localizado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez, ubicado geográficamente en las coordenadas 14° 34' 39" latitud norte y 91° 22' 00" longitud oeste. La altitud es de 240 a 325 m.s.n.m. Sus Suelos pertenecen a las series Panán y Cutzán.

La temperatura mínima registrada es de 18°C. y la máxima de 36°C. - La precipitación pluvial media es de 4,000 mm al año distribuida en 140 días (ver apéndice 7).

Las características físicas y químicas del sustrato (suelo) utilizado se presenta en el apéndice 8.

### 2. Material experimental y características

Siete especies de bambú, todas del grupo paquimorfo (seis provenientes del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá y una de la Finca Chicolá, San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez).

Se seleccionaron en base a su distribución en la costa sur de -- Guatemala, su potencial de uso y a su disponibilidad. La edad -- aproximada de las distintas especies de bambú es de 6 años y, el material se obtuvo de la periferia de las macollas (tallos de 1-2 años de edad).

Las principales características para las especies evaluadas se -- pueden apreciar en el apéndice 1.

### 3. Factores Evaluados

#### 3.1 Especies de bambú:

Las especies en estudio fueron:

- a. Bambusa tulda Roxb.
- b. Bambusa ventricosa McClure
- c. Gigantochloa verticillata (Willd.) Munro
- d. Bambusa tuldoidea Munro.
- e. Bambusa arundinacea Willd.

- f. Bambusa longispiculata Gamble ex Brandis
- g. Bambusa vulgaris vr. striata Schrad ex Wendll

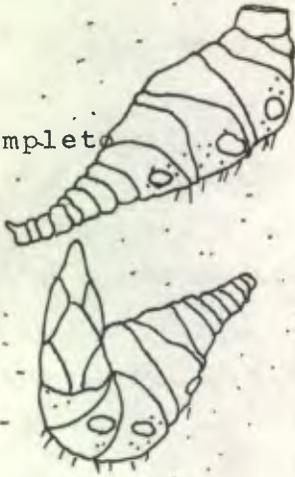
### 3.2 Métodos de propagación (Ver figura 1)

Los métodos de propagación vegetativa se seleccionaron en base a la literatura existente sobre el tema. En todos los casos - se buscó que los propágulos tuvieran yemas en estado de dormancia no dañados, considerando que cualquier yema vegetativa es capaz de dar origen a un brote (10, 11). Los métodos evaluados fueron:

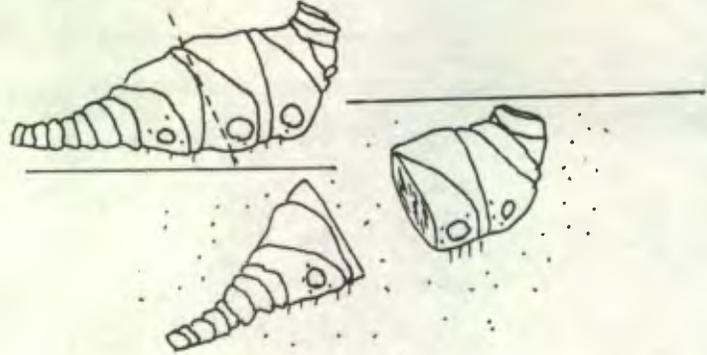
- a. Propagación por rizomas  
Se tomó el rizoma solo; la única condición fue que tuviera yemas latentes. El diámetro y longitud varió para cada especie.
- b. Propagación por fracción de rizoma conteniendo dos yemas  
El rizoma desprendido de la planta madre y de su culmo se fraccionó en dos partes. La única condición fue que tuviera cada fracción como mínimo dos yemas latentes.
- c. Propagación por rizoma con fracción de tallo con dos nudos  
Conocido también como "offset"; consiste en un rizoma con fracción de tallo con dos nudos.
- d. Propagación por fracción de tallo con dos nudos y perforación para mantener las 3/4 partes de su capacidad con agua:  
Se buscaron tallos jóvenes<sup>1</sup> en la periferia de las macollas y de allí se sacaron las fracciones conteniendo dos nudos - cada una. No se hizo diferenciación entre parte basal, media y apical del tallo. Se abrió un orificio a la mitad - del entrenudo y se echó agua hasta las 3/4 partes de su capacidad, tapándose luego con media caña del mismo material.

1 Tallo Joven: Estado de desarrollo en el que los culmos han alcanzado su altura máxima y las ramas están recién brotadas (aproximadamente 1-2 años de edad) (15).

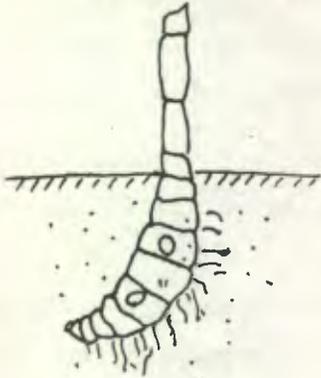
a  
Rizoma completo



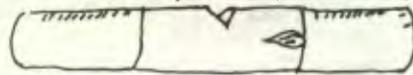
b Fracción de rizoma con  
dos yemas



d Fracción de tallo con dos  
nudos y perforación para  
mantener las 3/4 partes de  
su capacidad con agua



c Rizoma con fracción de  
tallo con dos nudos (Offset)



e Fracción de rama con dos nudos  
totalmente enterrada



FIGURA 1. Métodos vegetativos de propagación de bambú evaluados.

- e. Propagación por fracción de rama con dos nudos y totalmente enterrada:

Se buscaron ramas provenientes de tallos periféricos. Las ramas tenían como mínimo 1 cm. de diámetro y una yema en cada nudo. No se diferenció entre ramas basales, medias y apicales del tallo, ni dentro de la rama.

#### 4. Diseño Experimental

Para la evaluación de la respuesta de las especies de bambú a los métodos vegetativos de propagación se efectuó un arreglo de campo en bloques al azar con parcelas divididas en tres repeticiones. En la parcela grande se ubicó la especie de bambú y en la parcela pequeña el método vegetativo de propagación.

En la parcela pequeña se establecieron diez unidades del material experimental. La distribución de los tratamientos en el campo puede observarse en el apéndice 9.

El modelo estadístico para este diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + B_i + A_j + n_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots \quad r \quad (3)$$

$$j = 1, 2, \dots \quad a \quad (8)$$

$$k = 1, 2, \dots \quad b \quad (5)$$

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta observada en el bloque i con tratamiento j y k

u = Efecto de la media general

$B_i$  = Efecto del bloque i

$A_j$  = Parcela

$n_{ij}$  = Efecto asociado a parcela grande (factor A)

$B_k$  = Efecto asociado a parcela pequeña (factor B)

$AB_{jk}$  = Efecto asociado a la interacción

$E_{ijk}$  = Error experimental

## 5. Parcela experimental

La parcela grande fue de 15 m x 2.70 m ( $40.5 \text{ m}^2$ ).

La parcela pequeña fue de 3 m x 2.70 m ( $8.1 \text{ m}^2$ ).

Cada bloque fue de 18.9 m x 15.0 ( $283.5 \text{ m}^2$ ).

La distancia entre bloques fue de 1 m.

Cada parcela pequeña contó con 10 unidades (propágulos) distanciadas aproximadamente 0.5 m una de otra.

El área total utilizada fue de  $885 \text{ m}^2$ .

Ver croquis en apéndice 9.

## 6. Variables respuesta

6.1 Días a la brotación

6.2 Porcentaje de brotación

6.3 Porcentaje de sobrevivencia a los ocho meses

6.4 Altura de brotes a los ocho meses

## 7. Análisis de datos

El hecho de no haber existido brotación en algunos tratamientos y - la no brotación en una o dos repeticiones de otros tratamientos, al teró la estructura inicial del diseño experimental. Con los resultados obtenidos, el diseño quedó como un arreglo en bloques al azar con parcelas divididas desbalanceado.

Las variables estudiadas se analizaron utilizando dos tipos de dise ños, así:

- a) Variables días a la brotación, porcentaje de brotación y porcen taje de sobrevivencia; analizados como parcelas divididas desba lanceado. Se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical - Analysis System) por ser el sistema computarizado con mayor ca- pacidad de análisis disponible. El SAS realizó ANDEVAS tanto - para experimentos balanceados como desbalanceados.
- b) Variable altura; analizada como un completamente al -- azar desbalanceado. Se consideró la altura alcanzada a los ocho meses de la siembra.

Los análisis realizados son los siguientes:

7.1 Análisis de varianza: para las variables días a la brotación,

porcentaje de brotación, porcentaje de sobrevivencia y altura de brotes.

7.2 Prueba de Medias: para el modelo, parcelas divididas desbalanceado se utilizaron las pruebas siguientes:

- a. Entre la misma parcela grande: Tukey
- b. Entre diferente parcela grande: D.M.S. (Diferencia Máxima Significativa)

7.3 Análisis de Regresión: para las variables días a la brotación (x) y porcentaje de brotación (y); se utilizó el modelo lineal  $Y = b_0 + b_1x$ .

Se tomaron para este análisis aquellos tratamientos con cuatro datos en adelante.

7.4 Curvas de Crecimiento: para altura de brotes y cálculo de incremento periódico. Para esto se promediaron las alturas de brotes de la (s) especie (s) que respondió (o respondieron) en cada método de propagación.

Las letras a, b y c que aparecen en las figuras, separan en las curvas, los incrementos periódicos que se dieron en altura a medida que los brotes crecían.

I.P. = Incremento Periódico.

## 8. Manejo del Experimento

8.1 Período de conducción: el trabajo duró ocho meses de campo, abarcando desde la siembra (agosto 15/86) hasta el final de la época seca (aproximadamente abril/87) para el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

8.2 Preparación del terreno: consistió en chapeado, nivelado, barbechado y trazo.

8.3 Preparación del material vegetativo:

8.3.1 Selección: de cada macolla previamente identificada se escogieron los rizomas, offsetts, tallos y ramas necesarias para la propagación. Así:

- a. Rizomas: corte de la parte aérea de culmos periféri

cos de la macolla, luego se separó el rizoma de la planta madre. La condición fué que tuviera yemas de finidas (forma de botones semiesféricos) y raicillas.

Es importante señalar que se utilizaron rizomas de culmos recién brotados o culmos jóvenes en la mayoría de especies por la mayor facilidad de extracción. Las raíces en estos son escasas.

- b. Fracción de Rizomas: los rizomas desprendidos de la planta madre y de su culmo fueron fraccionados en dos partes, dejando cada una, al menos, con dos yemas.

Las especies que presentaron los rizomas mejor conformados (más grandes y con un sistema de raíces más denso) fueron: Bambusa vulgaris vr. striata, Bambusa arundinacea, y Bambusa tulda.

- c. Offsets: a culmos jóvenes y periféricos a las macollas se les eliminó la parte aérea dejando una fracción de tallo de dos nudos; luego se separó el rizoma de la planta madre.
- d. Fracción de tallo con dos nudos con perforación más agua a 3/4 partes de su capacidad: se utilizaron culmos jóvenes (crecimiento en altura completo) y se cortaron fracciones con dos nudos cada una (conteniendo una yema no dañada en cada nudo). Luego se hizo un orificio en el centro del entrenudo y se llenó con agua a 3/4 partes de capacidad.
- e. Fracción de rama: se cortaron ramas de, al menos, un centímetro de diámetro en fracciones de dos nudos cada una (conteniendo una yema en cada nudo).

El material de la Bambusa tuldooides fue llevado de la Finca Chicolá, San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez; el material restante provino de la colección del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

El material fue cortado y preparado con machete; se extra

jo una especie por día. El material cortado en el día - fue dejado a la sombra y sembrado al día siguiente a excepción de la Bambusa vulgaris vr. striata que se sembró a los dos días de cortada.

- 8.3.2 Siembra: Se hizo directamente al suelo (ver características del mismo en apéndice 8). Se sembró a razón de una especie por día. Se necesitaron aproximadamente 10 días para dejar montado el ensayo (15-25 agosto/86).
- 8.4 Limpias: Control manual de malezas; tres limpiezas en época lluviosa y una en época seca.
- 8.5 Control de Plagas y enfermedades: Solamente control de taltuzas y hormigas. No se presentaron problemas de plagas o enfermedades que pudieran haber afectado los resultados.
- 8.6 Toma de datos:
- 8.6.1 Fecha de Brotación: Permanente a partir del momento de de la siembra. Se consideró como brote la yema activada con aproximadamente tres centímetros de longitud. En base a esta fecha y la fecha de siembra se determinó los días necesarios para brotar.
- 8.6.2 Porcentaje de Brotación: Hasta finales de diciembre, -- 1986; se determinó cuantas unidades habían brotado desde la fecha de siembra y se calculó el porcentaje con respecto a las diez unidades sembradas por tratamiento en cada repetición.
- 8.6.3 Porcentaje de Supervivencia: Medida hasta finales de -- marzo/87. Expresada en porcentaje con base en el número de propágulos sobrevivientes respecto a las unidades que brotaron. Se evaluó hasta esta fecha por ser el final de la época más crítica para la región donde se ubicó el experimento del año, luego ya se dan los primeros aguaceros que favorecen el crecimiento de mas brotes. Se considera que una planta bien establecida podrá soportar condiciones extremas de alta temperatura y escasa humedad en el



suelo.

Se consideró como brote sobreviviente el que manifestaba el color de hojas característico para la especie o bien, ligera marchitez. Brotes marchitos (color pardo claro y quebradizos) se consideraron muertos.

8.6.4 Altura: Se midió la altura alcanzada por los brotes en tres períodos diferentes de tiempo. Se consideró la altura máxima alcanzada por los brotes (ya fuera de crecimiento primario o secundario).

## VI. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 resume el resultado general de la evaluación; en éste puede observarse los valores para cada variable.

El valor de la variable, días a la brotación corresponde, al tiempo promedio de los propágulos -que respondieron a la brotación- dentro de cada tratamiento y repetición; en igual forma se presenta la variable altura de brotes.

Posterior al Cuadro 2, se hace una discusión general de estos resultados; se indican las posibles causas que originaron la brotación desuniforme de algunos tratamientos y la no brotación en otros. Luego de esta discusión se presentan los resultados de cada variable en forma individual incluyendo el análisis estadístico correspondiente a cada una. Se incluye un análisis de regresión para las variables días a la brotación y porcentaje de brotación.

En relación al resultado general, se observa en el Cuadro 2 que de los 35 tratamientos evaluados (combinación de siete especies y cinco métodos de propagación) sólo respondieron 17. De éstos, hay cinco tratamientos (Nos. 16, 19, 25, 31 y 35) que únicamente respondieron en una o dos de las repeticiones; los anteriores tratamientos corresponden a los métodos de propagación por rizomas en las especies Bambusa tuldooides y Bambusa vulgaris vr. striata; fracción de tallo perforado mas agua en la especie Bambusa tuldooides y fracción de rama con dos nudos en las especies Bambusa arundinacea y Bambusa vulgaris vr. striata.

Se infiere que el hecho de haber utilizado rizomas de culmos de diferente estado de madurez (recién brotados, jóvenes y maduros) fue influyente en la brotación desuniforme en las repeticiones del diseño utilizado para las especies Bambusa tuldooides y Bambusa vulgaris vr. striata.

Este hecho confirma lo señalado por Hidalgo (13) para el caso de propagación por rizomas al indicar que este método sólo da resultado cuando se utilizan rizomas de 1 y 2 años de edad para unas especies y para otras entre 2 y 3 años de edad.

Cuadro 2. Respuesta de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

Tratamiento	Días a la Brotación			% Brotación			% Supervivencia			Altura Brotes (m) a los ocho meses		
	X/Repetición			I	II	III	I	II	III	X/Repetición		
	I	II	III							I	II	III
1. <i>B. tulda</i> /rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
2. <i>B. tulda</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
3. <i>B. tulda</i> /offset	11	10.8	11.6	80	100	90	80	100	90	4.08	3.34	2.51
4. <i>B. tulda</i> /culmo + agua	18.5	27	21	40	20	10	0	0	0	+	+	+
5. <i>B. tulda</i> /frac. de rama	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
6. <i>B. ventricosa</i> /rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
7. <i>B. ventricosa</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
8. <i>B. ventricosa</i> /offset	17.2	15.1	17.2	90	80	90	70	100	80	2.72	2.42	1.60
9. <i>B. ventricosa</i> /culmo + agua	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
10. <i>B. ventricosa</i> /frac. de rama	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
11. <i>G. verticillata</i> /rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
12. <i>G. verticillata</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
13. <i>G. verticillata</i> /offset	15.2	14.4	15.1	100	90	100	100	100	70	2.58	2.54	1.68
14. <i>G. verticillata</i> /culmo + agua	30	21.4	26	50	70	20	0	0	0	+	+	+
15. <i>G. verticillata</i> /frac. de rama	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
16. <i>B. tuldooides</i> /rizoma	—	32	—	0	30	0	—	0	—	—	+	—
17. <i>B. tuldooides</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
18. <i>B. tuldooides</i> /offset	11.8	10.6	12.2	70	70	70	86	71	14	1.8	1.83	1.25
19. <i>B. tuldooides</i> /culmo + agua	—	—	44	0	0	10	—	—	0	—	—	+
20. <i>B. tuldooides</i> /frac. de rama	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
21. <i>B. arundinacea</i> /rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
22. <i>B. arundinacea</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
23. <i>B. arundinacea</i> /offset	14.6	10.5	12	80	100	100	88	80	40	3.31	3.08	2.60
24. <i>B. arundinacea</i> /culmo + agua	26.4	26.2	29.2	80	60	90	38	100	22	1.18	1.19	0.6
25. <i>B. arundinacea</i> /frac. de rama	45.8	54	—	50	30	0	0	0	—	+	+	—
26. <i>B. longispiculata</i> /rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
27. <i>B. longispiculata</i> /frac. de rizoma	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
28. <i>B. longispiculata</i> /offset	16.4	12	11.6	90	50	90	90	0	0	1.47	+	+
29. <i>B. longispiculata</i> /culmo + agua	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
30. <i>B. longispiculata</i> /frac. de rama	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—
31. <i>B. vulgaris</i> 1/rizoma	—	29	—	0	20	0	—	100	—	—	0.92	—
32. <i>B. vulgaris</i> 1/frac. de rizoma	26	29	28	30	10	30	100	100	0	2.68	0.7	+
33. <i>B. vulgaris</i> 1/offset	7	10.8	11.2	100	90	80	100	78	88	3.49	2.11	1.59
34. <i>B. vulgaris</i> 1/culmo + agua	8.8	11.5	13.2	40	40	60	0	0	0	+	+	+
35. <i>B. vulgaris</i> 1/frac. de rama	—	29	26	0	20	10	—	50	0	—	0.4	+

— no brotó.

+ murió antes de los ocho meses de edad.

1/ *vr. striata*.

Para el caso de las fracciones de tallo (en Bambusa tuldoides) y fracciones de ramas ( en Bambusa arundinacea y Bambusa vulgaris vr. striata), se infiere que la respuesta no uniforme en las tres repeticiones es debida a la utilización de fracciones de distinta posición en el culmo y rama (parte basal, media y apical) confirmando los resultados de autores como Chinte, citado por Bumarlong (3) y McClure, citado por Hidalgo (13), quienes en diferentes estudios utilizando fracciones de culmos y de ramas de parte basal, media y apical encontraron respuesta diferente a la brotación.

De los 18 tratamientos, que no respondieron a la brotación, 5 corresponden al método de propagación por rizoma completo y, 6 al método de propagación por rizoma fraccionado; en las especies B. tulda, B. ventricosa, G. verticillata, B. arundinacea y B. longispiculata, para el primero de los métodos indicados y, para el segundo método señalado, no respondieron las mismas especies, más la B. tuldoides.

Para el método de propagación por fracción de tallo con perforación más agua, no hubo brotación en las especies B. ventricosa y B. longispiculata.

El método de propagación por fracción de ramas con dos nudos, no hubo respuesta en brotación, en las especies B. tulda, B. ventricosa, G. verticillata, B. tuldoides y B. longispiculata. A esto, hay que agregar que, en las especies donde respondió este método (B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata), no hubo respuesta uniforme en las tres repeticiones.

Las causas que determinaron la no respuesta en brotación, en los tratamientos señalados, fueron inferidas durante el desarrollo de la investigación.

Primeramente, se considera que, en el caso de la propagación por rizomas (completos y fraccionados), el hecho de utilizarse en la mayoría de los casos, rizomas de culmos juveniles (un año o menos de edad), influyó en la no brotación; en estos rizomas, aún no se ha completado el desarrollo del primordio apical y posiblemente las reservas contenidas no sean suficientes para inducir a la brotación de las yemas laterales.

Se considera además que, al no tener los rizomas juveniles un sistema radicular bien formado, no fué posible la absorción de agua y sales minerales necesarias para inducir la brotación de las yemas laterales.

En el caso de las especies B. ventricosa y B. tuldooides, que no respondieron a la brotación, al propagarse por fracción de tallo con perforación más agua y la B. tuldooides, que respondió en bajo porcentaje (10% en una sola repetición), se considera que, el hecho de haber dejado el entrenudo descubierto (expuesto al sol), fué influyente en la no respuesta a la brotación. El interior de los culmos se llenó frecuentemente de tierra; ésta situación provocó el secamiento y/o pudrición de los propágulos antes de emitir brotes. El cuadro del apéndice 4 muestra que, las especies mencionadas anteriormente, fueron las que presentaron mayor número de propágulos desecados y podridos, tres meses después de la siembra. Estas mismas especies no habían emitido brotes a ese tiempo, bajo el método de fracción de tallo con perforación más agua.

Agregamos además, que las especies anteriores, son las que presentaron el menor diámetro y el menor espesor de pared de tallo, de las siete especies evaluadas. Inferimos que, esta condición aceleró el secamiento y/o pudrición de los tallos.

En el caso de las especies propagadas por fracción de ramas, que no respondieron a la brotación (B. tulda, B. ventricosa, G. verticillata, B. tuldooides y B. longispiculata), inferimos que, por ser las estructuras más livianas, estuvieron más expuestas al secamiento y/o pudrición que los propágulos de los otros métodos. Esta situación pudo provocar la muerte de las yemas antes de activarse. Además de esto, consideramos que la cantidad de reservas en los entrenudos no son suficientes para llegar a emitir brotes de yemas.

Finalmente, inferimos que, la época de siembra (después de iniciada la temporada de lluvias), fué también un factor influyente en la no brotación de varios tratamientos y en la baja respuesta de otros.

Según el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (14), la época más apropiada para propagar bambú en nuestro medio es en los meses de marzo-mayo (período anterior al inicio de las lluvias), antes de que broten los "retoños". En nuestro caso, al sembrar en el mes de agosto,

muchos propágulos ya tenían yemas activadas; éstas, al separarse de la planta madre (junto con la estructura de propagación) y no contar con su suficientes reservas o un sistema de raíces, no pudieron seguir creciendo.

Agregamos además que, durante los primeros meses de la evaluación, se presentó la mayor cantidad de lluvia para el lugar de ubicación del sitio experimental (ver apéndice 7). Esto provoca saturación de agua en el suelo y una consiguiente reducción del oxígeno, el cual es necesario en la propagación de cualquier planta puesto que la división celular (que origina crecimiento de tejidos) aumenta la intensidad de respiración, según afirma Went, citado por Juárez (16). Consideramos que durante el período posterior a la siembra, la saturación de agua en el suelo, pudo ser influyente en la no activación de yemas de algunos propágulos.

En los tratamientos que respondieron a la brotación en todas las repeticiones, se observa que se dió de la manera siguiente:

- Método de propagación vegetativa, rizoma fraccionado: respondió en - la especie Bambusa vulgaris vr. striata.
- Método de propagación vegetativa, rizoma con fracción de tallo con dos nudos, respondió en todas las especies en estudio.
- Método de propagación vegetativa fracción de tallo con dos nudos más perforación con agua respondió en las especies: B. tulda, G. verticillata, B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata.

Tenemos entonces, que el método que funcionó en todas las especies en - el presente estudio, fue el de rizoma con fracción de tallo con dos nudos (offset). Es de esperar que este método sea el que presente la mayor capacidad para brotar puesto que casi se trata de la propagación de una planta entera con muchas de sus estructuras ya formadas como lo son, el rizoma (básico en la propagación natural del bambú), parte del tallo y un sistema adventicio de raíces.

Por otro lado, tenemos que la especie que respondió en forma parcial a todos los métodos fue la B. vulgaris vr. striata validando lo afirmado por Hidalgo (13) acerca de que esa especie puede propagarse por la mayoría de los métodos practicados actualmente.

A continuación se presenta el análisis de cada variable estudiada, para

evaluar la respuesta de las siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos.

A. DIAS A LA BROTACION

El cuadro 3 presenta los valores de días promedio a la brotación de los tratamientos que respondieron a la misma.

Cuadro 3 Días promedio a la brotación de siete especies de bambú propagadas por cinco métodos vegetativos en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

No.	Tratamiento Descripción	Días a la Brotación Promedio	Desviación Standard
3	<u>B. tulda</u> /offset	13.3	6.72
4	<u>B. tulda</u> /frac. tallo perforado+H <sub>2</sub> O	21.2	6.00
8	<u>B. ventricosa</u> /offset	18.0	6.90
13	<u>G. verticillata</u> /offset	15.0	2.03
14	<u>G. verticillata</u> /frac.tallo perforado + H <sub>2</sub> O	25.0	4.6
16	<u>B. tuldoides</u> /rizoma	32.0	0.0
18	<u>B. tuldoides</u> /offset	13.0	6.7
19	<u>B. tuldoides</u> /frac.tallo perforado +H <sub>2</sub> O	44.0	0.0
23	<u>B. arundinacea</u> /offset	14.0	5.4
24	<u>B. arundinacea</u> /frac. tallo perforado +H <sub>2</sub> O	26.0	2.6
25	<u>B. arundinacea</u> /frac. de rama	49.0	6.07
28	<u>B. longispiculata</u> /offset	13.6	3.5
31	<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	29.0	0.0
32	<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rizoma	27.3	1.48
33	<u>B. vulgaris</u> 1/offset	12.3	7.7
34.	<u>B. vulgaris</u> 1/frac. tallo perforado +H <sub>2</sub> O	11.3	2.2
35	<u>B. vulgaris</u> 1/frac. de rama	28.0	1.4

1/ vr. striata

Se observa en el Cuadro 3 que la propagación por rizoma y fracción de rizoma en las especies que respondieron a estos métodos (B. tuldoides y B. vulgaris vr. striata) se llevó relativamente bastante tiempo para brotar (28-32 días). Este hecho confirma los resultados de McClure - (1949) (17) en Puerto Rico, en relación a que en este método se presenta lentitud en las yemas más proximales del rizoma para romper la latencia.

Por otro lado, el método de propagación por fracción de rama tardó un promedio de 38 días para brotar, siendo el método que requirió el mayor tiempo para brotar.

Se observa en el mismo cuadro que los métodos de propagación que respondieron en el menor tiempo fueron los de offset (10-16 días) y fracción de tallo con dos nudos con perforación mas agua (11-26 días) a excepción de la B. tuldoides.

El mismo cuadro presenta la desviación standard para cada valor promedio de días a la brotación; se observa que bajo el método de propagación por offsets, esta desviación presenta valores relativamente altos en las especies B. tulda, B. ventricosa, B. tuldoides, B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata. Estos valores nos indican que el tiempo necesario para brotar no fue muy uniforme, aún cuando el promedio es relativamente bajo, para las anteriores especies propagadas por offsets. Presentaron mas uniformidad en el tiempo a la brotación las especies G. verticillata y B. longispiculata bajo la propagación por offsets.

El cuadro 4 presenta el ANDEVA realizado para determinar la variación estadística en función del tiempo para la brotación, de los tratamientos que respondieron.

Para analizar esta variable se utilizó el paquete estadístico SAS considerando el modelo como una parcela dividida desbalanceado, y cada propágulo como una repetición.

El ANDEVA para días a la brotación indica que no hay diferencia estadística significativa entre especies para el tiempo a la brotación y, si hay diferencia estadística significativa en función del método así como en la interacción especie y método.

Cuadro 4 Análisis de varianza para días a la brotación

F. V.	G. O.	S. C.	C. M.	Fc	Et 0.05
Bloque	2	0.02830	0.0142	0.04	3.0 NS
Especie	6	33.3819	5.5636	2.66	
Error (a)	12	25.1229	2.0936	5.69	
Método	4	123.1473	30.7868	83.04	2.37 *
Especie Método	6	16.8286	2.8048	7.57	2.10 *
Error (b)	231	85.6378	0.3707		
Total	261	284.1469			

C. V. 14.76%

NOTA: Se usó la transformación  $\sqrt{x}$  ; x = días a la brotación.

El cuadro 5 presenta los resultados de la prueba de medias para la variable días a la brotación.

Cuadro 5 Prueba de medias para días a la brotación

Especie y método de propagación	Días $\bar{x}$ a la brotación	2/
<u>B. arundinacea</u> /frac. de rama	49	a
<u>B. tuldooides</u> /frac. tallo perforado+H <sub>2</sub> O	44	a b
<u>B. tuldooides</u> /rizoma	32	a b c
<u>B. vulgaris</u> l/rizoma	29	a b c d
<u>B. vulgaris</u> l/rama	28	a b c d e
<u>B. vulgaris</u> l/fracción de rizoma	27	b c d e f
<u>B. arundinacea</u> /frac. tallo perforado+H <sub>2</sub> O	26	b c d e f g
<u>G. verticillata</u> /frac. tallo perf.+H <sub>2</sub> O	25	b c d e f g h
<u>B. tulda</u> /frac tallo perforado+H <sub>2</sub> O	21	c d e f g h
<u>B. ventricosa</u> /offset	18	c d e f g h
<u>G. verticillata</u> /offset	15	d e f g h
<u>B. arundinacea</u> /offset	14	d e f g h
<u>B. longispiculata</u> /offset	13	e f g h
<u>B. tulda</u> /offset	13	e f g h
<u>B. tuldooides</u> /offset	13	f g h
<u>B. vulgaris</u> l/offset	12	g h
<u>B. vulgaris</u> l/tallo perforado + agua	11	h

Las medias con igual letra son estadísticamente iguales. 1/ vr. striata.

2/ Se usó transformación  $\sqrt{x}$  ; x = días promedio a la brotación.

Se observa en el Cuadro 5 que todas las especies propagadas por medio de offsets (rizoma con fracción de tallo) tienen similar comportamiento en función del tiempo necesario para brotar siendo la que tarda menor la B. vulgaris vr. striata con un promedio de 12 días.

Puede observarse en el mismo cuadro que, en la propagación por fracción de tallo con perforación mas agua, la especie B. vulgaris vr. striata requiere el menor tiempo promedio, siendo menor que el tiempo medio requerido por offset en la misma especie. Las especies G. verticillata y B. tulda propagadas por este método estadísticamente no presentaron diferencia significativa con el método de offsets sin embargo requieren mayor tiempo promedio que ese método.

Para la B. arundinacea si existe diferencia significativa en el tiempo a la brotación respecto al método offset así como en la especie B. tuldoidea. El mismo cuadro nos presenta que no existe diferencia significativa en el tiempo promedio a la brotación cuando se propaga -- por rizomas, fracción de rizomas y fracción de ramas requiriendo para estos métodos el mayor tiempo promedio para brotar (27-49 días). Este tiempo es estadísticamente diferente al tiempo requerido para brotar cuando se propaga por fracción de tallo con perforación mas agua y por medio de offsets.

#### B. PORCENTAJE DE BROTAION

El cuadro 6 presenta los porcentajes promedios de brotación, obtenidos en la propagación vegetativa de las siete especies de Bambú evaluadas y, la figura 2, presenta en forma gráfica la brotación promedio por especie en función del método de propagación. En esta gráfica sólo se considera los tratamientos que brotaron.

Se observa en el Cuadro 6 que bajo el método de propagación de --- "offset" hubo respuesta en todas las especies en porcentajes que van de 70 a 97% siguiéndole el de propagación por fracción de tallo

Cuadro 6 Brotación media de siete especies de bambú propagadas vegetativamente por 5 métodos en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

Especie	Rizoma	Rizoma Fraccionado	M E T O D O			Fracción de rama	x / Especie
			Offset	Culmo con perfo ración mas agua			
<u>B. tulda</u>	0.0	0.0	90.0	23.33	0.0	56.67	
<u>B. ventricosa</u>	0.0	0.0	86.67	0.0	0.0	86.67	
<u>G. verticillata</u>	0.0	0.0	96.67	46.67	0.0	71.67	
<u>B. tuldoides</u>	30.0	0.0	70.0	10.0	0.0	50.0	
<u>B. arundinacea</u>	0.0	0.0	93.33	76.67	40.0	73.75	
<u>B. longispiculata</u>	0.0	0.0	76.67	0.0	0.0	74.67	
<u>B. vulgaris</u> vr. <u>striata</u>	20.0	23.33	90.0	46.67	15.0	44.17	
Promedio/Método	25.0	23.33	85.42	46.25	34.0	61.60	

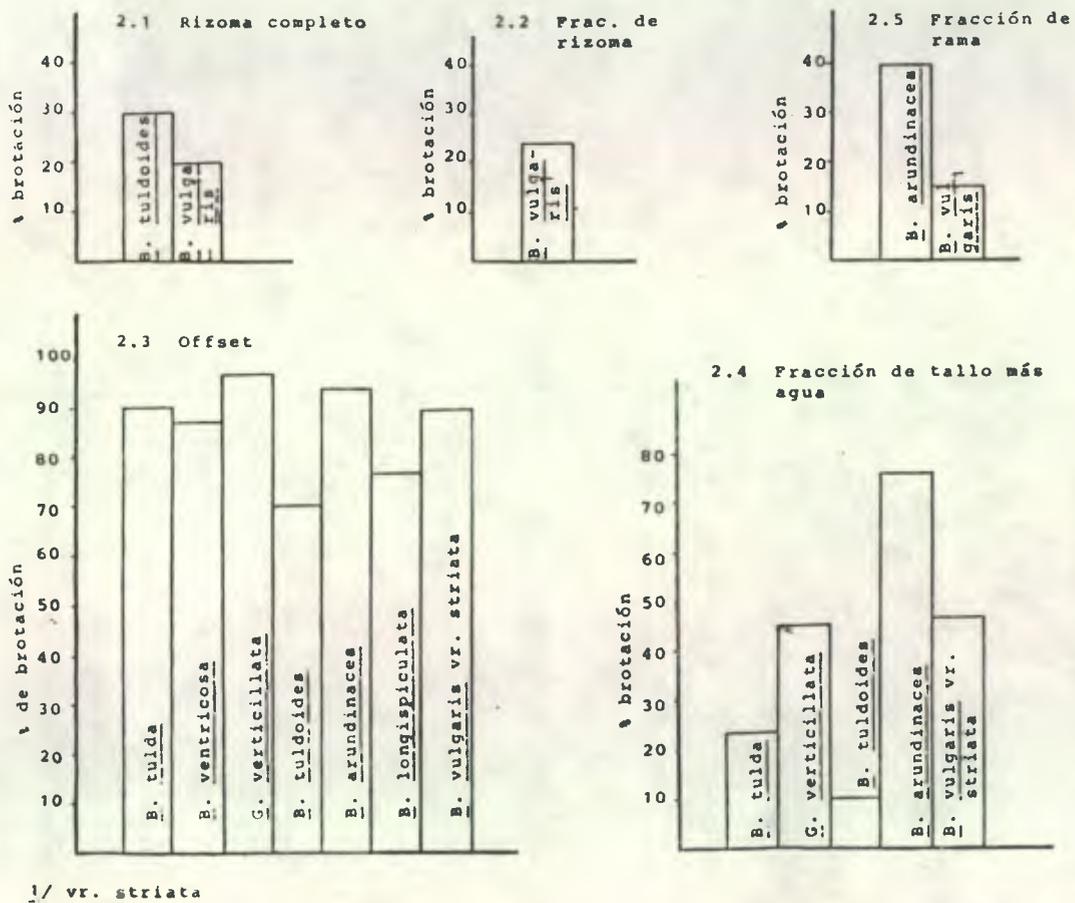


FIGURA 2. Porcentaje de brotación por especie en cada método.

con perforación mas agua respondiendo en las especies B. tulda, G. verticillata, B. tuldoides, B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata en porcentaje de 23, 47, 10, 77 y 47% respectivamente.

Para los otros métodos la respuesta fue menor y en pocas especies: Por rizomas con 20 a 30% de brotación en las especies B. vulgaris vr. striata y B. tuldoides; rizoma fraccionado con un 23.3% de brotación únicamente en la B. vulgaris vr. striata y el método de fracción de rama respondió en un 15% y 40% en las especies B. vulgaris vr. striata y B. arundinacea respectivamente.

Para determinar la variación estadística de los tratamientos evaluados se hizo un ANDEVA utilizando el paquete estadístico SAS, resultando diferencia significativa entre las interacciones (especie y método), por lo que se hizo además una prueba de medias para definir a los mejores tratamientos. Los cuadros 7 y 8 presentan el ANDEVA y prueba de medias para la variable % de brotación.

Cuadro 7 Análisis de Varianza del % de brotación.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05
Bloque	2	0.0099	0.0049	0.16	3.0
Especie (A)	6	2.3157	0.3860	43.46	3.0 *
Error (a)	12	0.1066	0.0089	0.29	
Método (B)	4	22.1102	5.5276	181.46	2.55 *
Especie Método	24	2.8729	0.1197	3.93	1.72 *
Error (b)	56	1.7059	0.0305		
Total	104	29.12111			

C. V. 45.18%

NOTA: Se trabajó con la transformación  $\sqrt{\% b}$ ; b = brotación

Se observa en el Cuadro 7 que el C. V. es alto (45%) debido a que la media general es muy baja y el CMc (b) es muy alto, puesto que se toma en cuenta todos los resultados obtenidos incluyendo los ceros de brotación en cuyo caso es probable que la no respuesta no

haya dependido únicamente del método de propagación o la especie, sino del concurso de otros factores incontrolables (% de humedad, estado de madurez, posición inicial ocupada por la estructura en la planta madre, otros).

Cuadro 8 Prueba de medias para el % de brotación.

Tratamiento	Media <sup>2/</sup>
<u>G. verticillata</u> /offset	97.0 a
<u>B. arundinacea</u> /offset	93.0 a b
<u>B. vulgaris</u> 1/offset	90.0 a b
<u>B. tulda</u> /offset	90.0 a b
<u>B. ventricosa</u> /offset	87.0 a b c
<u>B. longispiculata</u> /offset	77.0 a b c
<u>B. arundinacea</u> /fracción tallo perf.+H <sub>2</sub> O	77.0 a b c
<u>B. tuldooides</u> /offset	70.0 b c d
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. tallo perf. +H <sub>2</sub> O	47.0 c d e
<u>G. verticillata</u> /frac. tallo perf.+H <sub>2</sub> O	47.0 c d e
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. de rizoma	23.0 d e f g
<u>B. tulda</u> /frac. tallo perf.+H <sub>2</sub> O	23.0 d e f g h
<u>B. arundinacea</u> /frac. rama	21.0 e f g h
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rama	10.0 g h
<u>B. tuldooides</u> /rizoma	10.0 g h
<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	7.0 h
<u>B. tuldooides</u> /frac. tallo perf.+H <sub>2</sub> O	3.3 h

Las medias con igual letra son estadísticamente iguales.

1/ vr. striata

2/ Se utilizó la transformación arcoseno  $\sqrt{\% \text{ brotación}}$ .

Puede observarse en el Cuadro 8 que, estadísticamente no existe diferencia significativa en el % de brotación entre las especies de bambú en estudio, al propagarse por medio de offsets; resultando ser la mejor la G. verticillata con un 97% de brotación y la del menor porcentaje la B. tuldooides con un 70%; se observa, además, -

que el porcentaje de brotación de la especie B. arundinacea propagada por fracción de tallo con perforación mas agua, estadísticamente no difiere de la propagación por offsets.

Los métodos de propagación por rizoma y fracción de ramas ( en las especies donde respondieron) resultaron ser estadísticamente inferiores al de propagación por offsets y por fracción de tallo por perforación mas agua.

El método de propagación por fracción de tallo con perforación mas agua, resultó ser mejor en la especie B. arundinacea, siguiéndole en las especies B. vulgaris vr. striata y G. verticillata, las cuales presentaron diferencia significativa con la B. tulda y, con la B. tuldoides, que resultó ser el tratamiento con el menor porcentaje de brotación del ensayo.

Es razonable el hecho de que el método offset haya respondido en mayor porcentaje a la brotación puesto que, estos propágulos, portan un sistema de raíces lo cual les permite en forma más eficiente absorber agua y sales minerales del suelo, a parte del reservorio de nutrientes en rizoma y culmo. En la presente investigación se obtuvieron mayores porcentajes de brotación -bajo offsets- que, los obtenidos por Barrera en tres localidades de Guatemala (2).

Se observó que, empleando offset, inicialmente se produjo emergencia de brotes con abundante follaje en la fracción del tallo (crecimiento secundario). Aproximadamente 2 a 3 meses después se dió emergencia de brotes de rizomas (crecimiento primario). Un detalle observado fue que al terminar la época lluviosa, (finales de octubre) se observó la mayor emergencia de brotes de rizoma en todas las especies evaluadas.

El método de propagación por fracción de ramas presentó mucha variabilidad en las especies donde respondió, además de ser una respuesta baja en porcentaje. Se infiere que este hecho se debe a que no se uniformizó la posición original en las ramas en la planta madre, es decir, los propágulos utilizados provenían de ramas basales, medias y del ápice del tallo. Además, no se diferenció, dentro de las ramas, la posición del propágulo. Esta situación confir

ma lo indicado por Hidalgo (12) acerca de que las ramas utilizadas deben ser de la parte media del culmo y deben presentar un hinchamiento en su parte basal (ramas rizomatosas) de lo contrario no se producen raíces al sembrarse.

Los autores Hartman y Kester (9) indican que las mejores estacas se obtienen de la parte central y basal de la planta. Asimismo, recomiendan que al preparar estacas se deje en su base un "talón", (una pequeña astilla de madera vieja), a fin de lograr un máximo enraizamiento; las condiciones anteriores al no tomarse en cuenta en la presente evaluación pudo originar la variabilidad entre las especies donde hubo respuesta y la no respuesta en las restantes.

Posiblemente haya ocurrido lo afirmado por White, citado por McClure (18), quien en una evaluación de nueve especies de bambú variando la época observó lo siguiente: a) existe considerable variación en enraizamiento entre especies; b) el enraizamiento varía con el mes en el cual las secciones son obtenidas; c) el mejor mes varía con la especie y d) el enraizamiento puede ser asociado con la lluvia durante el mes previo a la obtención de las secciones.

El método de propagación por fracción de rizomas, en la B. vulgaris vr. striata, estadísticamente presentó diferencia significativa con el método de, propagación por rizomas, en la misma especie y en la B. tuldooides y fue más uniforme al responder en las tres repeticiones.

Se considera que la baja respuesta a la brotación en éstas especies se debe al hecho de haber utilizado rizomas de culmos juveniles. La razón para inferir este hecho se debe a que, en la especie B. vulgaris vr. striata, propagada por fracción de rizomas, respondió en mayor porcentaje que, propagada con rizomas completos, después de utilizar fracciones provenientes de rizomas de culmos maduros con un sistema de raíces más desarrollado; a diferencia de los rizomas completos utilizados como propágulos (de culmos juveniles, sin un sistema de raíces bien desarrollado).

Finalmente se puede observar que la especie B. vulgaris vr. striata respondió, (en diferente %), a todos los métodos de propagación, avalando lo indicado por Hidalgo (12, 13) acerca de que, esta espe

cie puede propagarse por la mayoría de los métodos de propagación vegetativa.

Un detalle curioso observado en la especie B. vulgaris vr. striata fue que una fracción de rizoma que no fue sembrada por considerarse inapropiada, se dejó descubierta involuntariamente dentro del área experimental; la misma brotó y sobrevivió hasta que fue cortada accidentalmente cinco meses después.

Para analizar el comportamiento de toda la población evaluada, en relación al tiempo necesario para brotar, se hizo un análisis de correlación y regresión de las variables tiempo (en días) y porcentaje (%) de brotación. Se utilizó el modelo lineal simple.

El cuadro 9 presenta los coeficientes de regresión y la figura 3 presenta las curvas de regresión.

Cuadro 9 Coeficientes de regresión lineal entre días a la brotación y % de brotación.

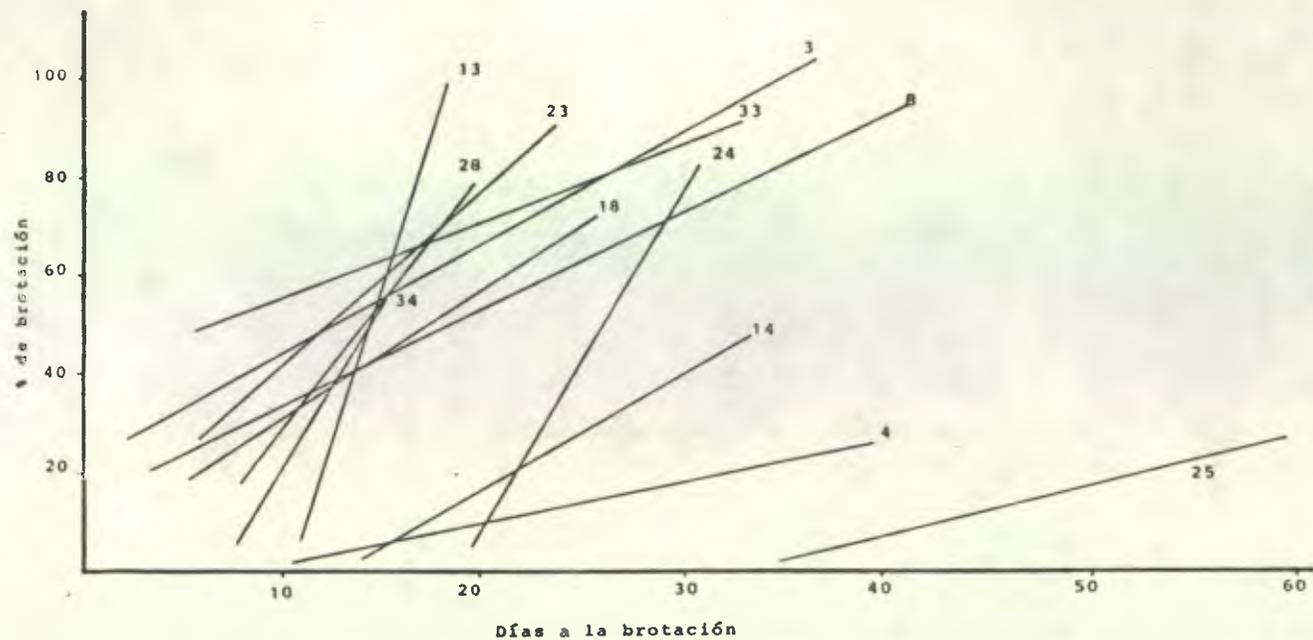
Tratamiento 1/	Pendiente $b_1$	Desviación standard $Sb_1$	Coefficiente de Determinación $R^2$
<u>B. tulda</u> /offset	2.23	0.6320	0.58
<u>B. tulda</u> /frac. tallo perf. +H <sub>2</sub> O	1.051	0.1198	0.95
<u>B. ventricosa</u> /offset	1.909	0.3467	0.75
<u>G. verticillata</u> /offset	11.56	1.4146	0.90
<u>G. verticillata</u> /frac.tallo perf. +H <sub>2</sub> O	2.27	0.1393	0.98
<u>B. tuldoides</u> /offset	2.56	0.5070	0.72
<u>B. arundinacea</u> /offset	3.25	0.5781	0.78
<u>B. arundinacea</u> /frac.tallo perf.+H <sub>2</sub> O	6.81	0.8621	0.91
<u>B. arundinacea</u> /frac. rama	1.049	0.1343	0.95
<u>B. longispiculata</u> /offset	4.855	0.8157	0.90
<u>B. vulgaris</u> 2/offset	1.48	0.3194	0.75
<u>B. vulgaris</u> 2/frac.tallo perf.+H <sub>2</sub> O	6.26	1.0955	0.94

1/ Se correlacionaron tratamientos que tenían de 4 observaciones en adelante.

2/ vr. striata.

3/  $R^2$  0.8 Se considera aceptable el modelo.

En el cuadro anterior, el valor de la pendiente nos indica la rapidez con que se da la brotación, en cada uno de los tratamientos eva



DESCRIPCION:

No.	Tratamiento
3	<i>B. tulda</i> /offset
4	<i>B. tulda</i> /culmo+agua
8	<i>B. ventricosa</i> /offset
13	<i>G. verticillata</i> /offset
14	<i>G. verticillata</i> /culmo+agua
18	<i>B. tuldoides</i> /offset
23	<i>B. arundinacea</i> /offset
24	<i>B. arundinacea</i> /culmo+agua
25	<i>B. arundinacea</i> /frac. de rama
28	<i>B. longispiculata</i> /offset
33	<i>B. vulgaris</i> <sup>1</sup> /offset
34	<i>B. vulgaris</i> <sup>1</sup> /culmo+agua

<sup>1</sup>/ vr. striata

FIGURA 3. Curvas de regresión de Días a la brotación contra % de brotación en siete especies de bambú propagadas vegetativamente.

luados; así, los valores más altos, indican una mayor velocidad para brotar (independientemente de en que momento se inició esta brotación). Se observa que la especie G. verticillata propagada por offset, presentó el valor más alto de pendiente, indicándonos que fue la que brotó con mayor rapidez y la B. arundinacea propagada por fracción de rama, es la que presentó la menor velocidad de brotación, una vez iniciada ésta.

Se observa además que la especie G. verticillata propagada por offset, presentó el mayor grado de dispersión de datos (1.4146) y, -- la que presentó el menor grado de dispersión fue la B. tulda, propagada por fracción de tallo perforado mas agua.

En la Figura 2 se observa que, las siete especies en estudio propagadas por medio de offsets para llegar a un 50% de brotación transcurrieron entre 7 a 18 días; igualmente sucede para las especies -- B. vulgaris vr. striata y G. verticillata propagadas por fracciones de tallo con perforación mas agua.

Para llegar a ese mismo porcentaje de brotación (50%), por medio -- del método fracción de tallo con perforación mas agua en las especies B. arundinacea, G. verticillata, B. tulda transcurrieron de 26 a 35 días y en él, la B. tulda no llegó a ese % de brotación en ese período de tiempo.

Se observa, además, en la gráfica 2 que la especie B. arundinacea propagada por fracción de ramas, para llegar a un 25% de brotación se llevó aproximadamente 2 meses.

#### C. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia se cuantificó ocho meses después de la siembra -- (coincidente con la finalización de la época seca en Bulbuxyá).

El cuadro 10 presenta el porcentaje de sobrevivencia, para los tratamientos que brotaron.

Cuadro 10 Porcentaje de sobrevivencia de siete especies de bambú propaga das vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

No.	Tratamiento	% Sobrevivencia/Repetición				c.v.
		I	II	III	x	
3	<u>B. tulda</u> /offset	80	100	90	90	11.1
4	<u>B. tulda</u> /culmo + agua	0	0	0	0	
8	<u>B. ventricosa</u> /offset	70	100	80	83.3	13.3
13	<u>G. verticillata</u> /offset	100	100	70	90.0	19.2
14	<u>G. verticillata</u> /culmo + agua	0	0	0	0.0	
16	<u>B. tuldoides</u> /rizoma	—	0	—	0.0	
18	<u>B. tuldoides</u> /offset	86	71	14	51.0	66.6
19	<u>B. tuldoides</u> /culmo + agua	—	—	0	0	
23	<u>B. arundinacea</u> /offset	88	80	40	69.3	37.1
24	<u>B. arundinacea</u> /culmo + agua	38	100	22	53.0	77.2
25	<u>B. arundinacea</u> /frac. rama	0	0	—	0	
28	<u>B. longispiculata</u> /offset	90	0	0	30	173.2
31	<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	—	100	—	100	
32	<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rizoma	100	100	0	67	78.6
33	<u>B. vulgaris</u> 1/offset	100	78	88	89.0	11.6
34	<u>B. vulgaris</u> 1/culmo + agua	0	0	0	0.0	
35	<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rama	—	50	0	25	141.4

1/ vr. striata

— No hubo brotación.

0 = brotó; pero no sobrevivió.

Se observa en el cuadro 10 que todas las especies que respondieron a la **brotación**, utilizando offsets, sobrevivieron hasta el final de la evaluación (marzo/87) con porcentajes de sobrevivencia promedios de 30 a 90%.

Estos resultados confirman los obtenidos por algunos autores como Hidalgo (12), quien indica que con este método se tiene un grado de éxito variable pero, puede ser de 100%. El mismo autor indica que en Bambusa tulda tuvo 80% de sobrevivencia y en B. tuldooides - 96% (este último es relativamente mayor al encontrado en la presente evaluación).

McClure (18) publicó que, utilizando offset en B. tuldooides existía una sobrevivencia de 96%, resultado relativamente mayor al del presente estudio.

Otro autor que obtuvo resultados similares es Barrera (2) quien de su evaluación de tres métodos de propagación vegetativa en once especies de bambú en tres localidades de Guatemala, concluye que, el método offset resultó ser el mejor. Este autor, en la localidad - Chocolá (San Pedro Jocopilas, Suchitepéquez), obtuvo la siguiente sobrevivencia: B. arundinacea 92%, B. vulgaris vr. striata 75%, B. ventricosa 92%, B. tuldooides 83%, B. tulda 50%.

El apéndice 4, muestra que las especies B. longispiculata y B. tuldooides, presentaron el mayor porcentaje de muerte de brotes a los tres meses de edad (fin de temporada de lluvias); 52% y 29% respectivamente; así mismo, estas especies, presentaron el mayor porcentaje de propágulos desecados y/o podridos antes de llegar a emitir brotes (23% y 30% respectivamente).

La situación anterior, nos indica que, la época (lluvias "copiosas") en que se montó el ensayo, es la menos propicia para la propagación de éstas especies en particular, aún cuando se utilice el método de offsets.

Por otro lado, el cuadro 10, muestra que la sobrevivencia de las -

especies que respondieron al método de propagación por fracción de tallo con perforación mas agua, fue 0%, a excepción de la B. arundinacea que tuvo una sobrevivencia promedio de 53%.

Se percibió en el presente estudio que, el método de propagación vegetativa de fracción de tallo con perforación mas agua, fue afectado por la alta humedad existente en el suelo, provocando pudrición de los culmos con brotes. Además de lo anterior, se considera un factor influyente el hecho de no haber cubierto la perforación del entrenudo de las fracciones vegetativas. La situación -- anterior provocó que los culmos perforados se llenaron de tierra -- continuamente, lo cual, lógicamente aceleró la pudrición de tallos. En otros casos, simplemente se dio un desecamiento de fracciones de tallos brotados por incidencia directa de luz solar. El hecho de haber tenido una alta humedad en el suelo confirma lo indicado por Hidalgo (13) acerca de que este método es muy apropiado para ser empleado en suelos relativamente secos.

En el caso de la especie B. arundinacea que fue la única que sobrevivió al propagarse por fracción de tallo con perforación mas agua, no fue afectada por la alta humedad prevaleciente en el suelo durante aproximadamente los 2 meses posteriores a la siembra.

El cuadro del apéndice 4, muestra la sobrevivencia de todas las especies propagados por offsets y fracción de tallo con perforación mas agua, tres meses después de la siembra. Se observa en el mismo que, la B. arundinacea, presenta el mayor número de brotes vivos, bajo el método de fracción de tallo perforado mas agua; esto, nos hace inferir que, esta especie soporta excesos de humedad en el suelo; condición prevaleciente durante los tres primeros meses del ensayo, como producto del régimen de lluvias para ese período (ver apéndice 7).

Este hecho avala lo indicado por Takenouchi (1932) citado por Hidalgo (13) acerca de que especies tropicales como B. arundinacea se desarrollan, tanto en suelos fértiles y drenados, como en suelos cenagosos.

Se observó, además, al establecer el ensayo que, las fracciones de tallos de B. arundinacea presentaron las paredes de mayor grosor. Se infiere que esta característica del tallo permitió a este tratamiento dos situaciones: Por un lado, no permitir pudrición en época lluviosa y por otro, evitar el rápido desecamiento en la época seca; logrando así sobrevivir hasta el final de la evaluación.

Se observó, cuatro meses después de terminada la investigación (al año de la siembra) que, una unidad de B. arundinacea, propagada -- por fracción de tallo perforado mas agua, había emitido su rizoma, quedando la planta establecida, tal como afirmó Hasan (10), sobre que, es necesario que se de la formación de rizoma, además, de las raíces para considerar a una planta completamente establecida.

En relación a la sobrevivencia bajo el método de rizomas, únicamente se dió en la especie B. vulgaris vr. striata; como se observa en el cuadro 10. Puede verse, además, que existe una sobrevivencia relativamente alta en la misma especie, propagada por fracción de rizomas. Estos resultados nos indican que la sobrevivencia bajo estos métodos es relativamente alta, avalando la referencia de Dabral (1950), citado por McClure (18) que dice "el mejor método, establecido por experimentos comparativos y análisis estadísticos por el Provincial Silviculturist Of Madras, es por plantación de rizoma".

En relación al método de propagación por fracción de ramas, solo hubo sobrevivencia en la especie B. vulgaris vr. striata en un porcentaje relativamente bajo (25%). Se percibió en la presente investigación que la falta de agua en el suelo, en la época seca, -- provocó el marchitamiento de las unidades brotadas; infiriendo que, bajo un suplemento de agua (riegos) en este tratamiento, es posible lograr un mayor porcentaje de sobrevivencia.

En relación a la variación estadística entre los materiales que sobrevivieron hasta el final de la evaluación el cuadro 11 presenta el ANDEVA correspondiente.

Cuadro 11 Análisis de varianza del % de sobrevivencia.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F c	F t <sub>0.05</sub>
BLOQUE	2	1.2928	0.6464	4.77	
ESPECIE (A)	6	2.3171	0.3862	2.91	3.0 N S
error (a)	12	1.5915	0.1326	0.98	
METODO (B)	4	6.2829	1.5107	11.58	3.26*
ESPECIE METODO	6	2.9952	0.4992	3.68	3.00*
error (b)	12	1.6274	0.1356		
Total	42	17.5809			

C. V. 15.66%

Nota: Se utilizó transformación Arcoseno  $\sqrt{\% \text{Sobrevivencia}}$ 

De acuerdo al ANDEVA, presentado en el cuadro 11, no existe diferencia significativa entre las especies en estudio en relación al % de sobrevivencia. Si existe diferencia como producto del método y por efecto de la interacción. La prueba de medias se hizo para la interacción y es presentada en el cuadro 12.

El coeficiente de variación indica que existe mucha variación entre tratamientos por efecto de tener datos muy extremos de sobrevivencia (0% hasta 90%).

Se observa en el cuadro 12 que, todas las especies propagadas por offsets no presentaron diferencia significativa en función del porcentaje de sobrevivencia, sobresaliendo las especies G. verticillata, B. tulda y B. vulgaris vr. striata. Los métodos de propagación por rizoma, fracción de rizoma y fracción de rama, sobrevivieron únicamente en la especie B. vulgaris vr. striata, siendo estadísticamente iguales al método offset.

Por otro lado, el método de fracción de tallo con perforación mas agua, solamente sobrevivió en la especie B. arundinacea sin presentar diferencia estadística con los métodos restantes en las otras especies.

Cuadro 12 Prueba de medias para el % de sobrevivencia.

Tratamiento	Media	2/
<u>G. verticillata</u> /offset	90.0	a
<u>B. tulda</u> /offset	90.0	a
<u>B. vulgaris</u> 1/offset	89.0	a
<u>B. ventricosa</u> /offset	83.0	a b
<u>B. arundinacea</u> /offset	69.3	a b
<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma fraccionado	67.0	a b
<u>B. tuldoides</u> /offset	57.0	a b
<u>B. arundinacea</u> /frac. tallo + agua	53.0	a b
<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	30.0	a b
<u>B. longispiculata</u> /offset	30.0	a b
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rama	17.0	a b
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. tallo + agua	0.0	b
<u>B. arundinacea</u> /frac. de rama	0.0	b
<u>B. tuldoides</u> /frac. tallo + agua	0.0	b
<u>B. tuldoides</u> /rizoma	0.0	b
<u>G. verticillata</u> /frac. tallo + agua	0.0	b
<u>B. tulda</u> /frac. tallo agua	0.0	b

Las medias con igual letra son estadísticamente iguales.

1/ vr. striata.

2/ Se utilizó la transformación  $\text{ARCOSENO } \sqrt{\% \text{ sobrevivencia}}$ .

En el método de propagación por rizoma el porcentaje de sobrevivencia fue de 100%; sin embargo, al no haber existido brotación en dos de las repeticiones, el método de análisis consideró a esos datos como ceros bajando el promedio. Concluimos entonces que, la sobrevivencia real al propagar por este método en la B. vulgaris vr. striata, fue de 100%.

#### D. ALTURA

El cuadro 13 presenta la altura alcanzada por los brotes que sobre

vivieron hasta el final de la evaluación (ocho meses después de la siembra).

Cuadro 13 Altura de brotes de siete especies de bambú propagadas vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

Tratamiento	I	REPETICION		$\bar{x}$ (m)
		II (m)	III	
<u>B. tulda</u> /offset	4.08	3.34	2.51	3.31
<u>B. ventricosa</u> /offset	2.72	2.42	1.60	2.25
<u>G. verticillata</u> /offset	2.58	2.54	1.68	2.27
<u>B. tuldooides</u> /offset	1.8	1.83	1.25	1.63
<u>B. arundinacea</u> /offset	3.31	3.08	2.60	3.00
<u>B. arundinacea</u> /culmo+agua	1.18	1.19	0.6	0.99
<u>B. longispiculata</u> /offset	1.47	+	+	1.47
<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	—	0.92	—	0.92
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rizoma	2.68	0.7	—	1.69
<u>B. vulgaris</u> 1/offset	3.49	2.11	1.59	2.52
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rama	—	0.4	—	0.4

+ murió antes de los ocho meses.

— no brotó.

1/ vr. striata.

Se observa en el Cuadro 13 que, todas las especies a excepción de la B. longispiculata propagados por offset, alcanzaron las mayores alturas, luego están los métodos de propagación por rizoma y rizo ma fraccionado en la B. vulgaris vr. striata y por último el método de fracción de tallo con perforación mas agua en la B. arundinacea y fracción de rama en B. vulgaris vr. striata.

Lo anterior indica que, los propágulos que contienen rizoma están capacitados para brindar el máximo crecimiento en altura. Esto se justifica por el hecho de que en esta estructura se almacenan sus tancias de reserva necesarias para el crecimiento de brotes según, lo indica Sagastume (21).

El análisis estadístico de esta variable se hizo utilizando el modelo completamente al azar desbalanceado y se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 14 Análisis de varianza para altura de brotes a los ocho meses de la siembra.

F V	G1	S C	C M	F	Ft 0.05
T O T A L	25	23.36560			
TRATS	10	16.84447	1.684447	3.874588	2.54 *
ERROR	15	6.521133	0.434742		

C. V. 31.73%.

Estadísticamente existió diferencia significativa entre tratamiento. La prueba de medias se presenta con el Cuadro 15.

Cuadro 15 Prueba de medias para altura de brotes a los ocho meses de la siembra.

Tratamiento.	Altura m			
<u>B. tulda</u> /offset	3.31	a		
<u>B. arundinacea</u> /offset	3.0	a	b	
<u>B. vulgaris</u> 1/offset	2.52	a	b	c
<u>G. verticillata</u> /offset	2.27	a	b	c
<u>B. ventricosa</u> /offset	2.25	a	b	c
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rizoma	1.69	a	b	c
<u>B. tuldooides</u> /offset	1.63	a	b	c
<u>B. longispiculata</u> /offset	1.47	a	b	c
<u>B. arundinacea</u> /frac. tallo perf. + H <sub>2</sub> O	0.99		b	c
<u>B. vulgaris</u> 1/rizoma	0.92			c
<u>B. vulgaris</u> 1/frac. rama	0.4			c

Las medias con igual letra son estadísticamente iguales.

1/ vr. striata.

Se observa en el Cuadro 15 que, estadísticamente no existe diferencia significativa en la altura de brotes de bambú al propagarse -- por medio de offsets; resalta aquí la especie B. tulda con una altura de brotes de 3.31 m a los ocho meses de la siembra.

Puede observarse, además, que el método de propagación por fracción de rizoma en la B. vulgaris vr. striata, estadísticamente no difiere en la altura de sus brotes con respecto a la propagación por medio de offset para las otras especies evaluadas. Estadísticamente la B. arundinacea propagada por fracción de tallo con perforación mas agua y la B. vulgaris vr. striata propagada por rizomas y por fracción de ramas si presentaron diferencia con respecto a los demás tratamientos sobrevivientes al tener las menores alturas a los ocho meses de la siembra (0.99, 0.92 y 0.4 m respectivamente).

El apéndice 2 presenta las alturas promedios en tres fechas para - 13 tratamientos (los 4 tratamientos restantes, que brotaron, murieron antes de la primera toma de altura). Se observa que algunos brotes no sobrevivieron hasta la segunda o tercera fecha de medición de altura.

Con estos datos, se realizaron las curvas de crecimiento para esos tratamientos. Se promediaron las alturas de las especies que brotaron en cada método. Se presenta además el incremento para tres períodos (I.P. = Incremento Periódico); y el incremento periódico medio.

Se observa en las gráficas del apéndice 3 que los incrementos en altura fueron mayores bajo los métodos de propagación por offset, y rizoma fraccionado. Bajo la propagación por rizoma completo, - solamente en el primer período hubo un incremento relativamente - alto. El menor incremento se tuvo bajo el método de propagación por fracción de rama.

Tenemos entonces que, con propágulos que contenían rizoma, se lograron los mayores incrementos en altura.

En todos los métodos de propagación se observa que el incremento fue decreciente; la razón se atribuye a la reducción de humedad - en el suelo (finalización de la temporada lluviosa).

## VII. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones en que se desarrolló la evaluación, los cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de bambú respondieron así:
  - Rizoma completo: Insignificante su brotación en las especies B. vulgaris vr. striata y B. tuldooides (20% y 30% respectivamente).
  - Rizoma fraccionado: Respondió únicamente en la especie B. vulgaris vr. striata en un 23%.
  - Rizoma con fracción de tallo con dos nudos (offset): Respondió en todas las especies evaluadas (70 a 100% de brotación).
  - Fracción de tallo con orificio para mantenerlo a 3/4 partes de su capacidad con agua, respondió en las especies B. tulda, G. verticillata, B. tuldooides, B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata (25%, 45%, 10%, 76% y 47% respectivamente).
  - Fracción de rama con dos yemas totalmente enterradas, respondió en las especies B. arundinacea (40%) y B. vulgaris vr. striata (15%).
2. El método de propagación vegetativa más eficiente para las especies estudiadas, en función de las variables días a la brotación, % de brotación, % de sobrevivencia y altura de brotes, fue el de propagación por offset (rizoma con fracción de tallo con dos nudos) lográndose brotaciones de 6 a 16 días a la siembra, porcentajes de brotación entre 70 y 100%, sobrevivencia entre 30 y 90% y alturas de 1.47 m a 3.31 m según la especie.
3. La especie que requirió el menor tiempo para brotar propagada por los diferentes métodos evaluados fue la B. vulgaris vr. striata.
4. La mayor velocidad de brotación -una vez iniciada ésta- se presentó en la especie G. verticillata propagada por offset, siguiéndole las especies B. arundinacea y B. vulgaris vr. striata; propagadas por fracción de tallo perforado más agua.
5. Empleando el método de propagación vegetativa, offset, no existe diferencia significativa en el porcentaje de brotación, ni en el porcentaje de sobrevivencia para las siete especies de bambú evaluadas.

6. Las especies que mejor respondieron en brotación y sobrevivencia - para los diferentes métodos evaluados fueron la B. vulgaris vr. -- striata y B. arundinacea; de éstas la más versátil para reproducir vegetativamente resultó ser la primera.
7. Las especies que presentaron menor brotación y sobrevivencia, propagadas por medio de offset, fueron la B. tuldoidea y la B. longispiculata sufriendo el mayor porcentaje de secamiento y/o pudrición de sus tallos.
8. La respuesta a la brotación de las especies de bambú utilizando rizomas de culmos juveniles fue casi nula.
9. Los mayores incrementos, en la altura de brotes, se obtuvieron bajo los métodos de propagación de offset, fracción de rizoma y rizoma completo.
10. Los métodos de más fácil selección, extracción y preparación son las de propagación por fracción de tallos y fracción de ramas lográndose una mayor respuesta con el primero (4% a 77%).

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Para la propagación vegetativa de bambú bajo condiciones similares al Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez y en similar época se recomienda los siguientes métodos y especies.
  - Rizoma con fracción de tallo con dos nudos (offset); para las especies B. vulgaris vr. striata, B. tulda, Gigantochloa verticillata, B. ventricosa y B. arundinacea.
  - Fracción de tallo con dos yemas y perforación para mantener las 3/4 partes de su capacidad con agua en la especie: B. arundinacea, B. vulgaris vr. striata y G. verticillata.
  - Fracción de rizoma conteniendo dos yemas, para la especie Bambusa vulgaris vr. striata.
2. En cualquier estudio que se realice, posterior a este, se recomienda controlar la humedad (puede ser manejando propagadores), para determinar la influencia que tiene la misma, sobre la brotación y sobrevivencia, de las especies de bambú y métodos de propagación a evaluar.
3. Realizar más ensayos con los métodos de propagación vegetativa por fracción de tallo y ramas; diferenciando entre fracciones de la parte basal, media y apical de esas estructuras para definir la influencia que tenga el grado de madurez de la fracción vegetativa sobre la respuesta a la brotación y sobrevivencia.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. AKHATAR, S. et al. 1980. Country reports. In Bamboo Research in Asia. Otowa, Can., International Development Research Centre; International Union of Forestry Research Organizations. p. 15-96.
2. BARRERA, O. 1985. Evaluación de tres métodos de propagación vegetativa de once especies de bambú en tres localidades de Guatemala; informe final del Proyecto de Investigación Propiedades Técnicas del Bambú. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. p. 29-32, 102-113.
3. BUMARLONG, A. A.; TAMOLANG, F. N. 1980. Country reports; Philippines. In Bamboo Research in Asia. Otowa, Can., International Development Research Centre; International Union of Forestry Research Organizations. p. 69-80.
4. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University Press. p. iii-viii.  
  
Citado por: Sagastume Andrade, I. 1986. Muestreo y caracterización preliminar de las especies de la sub-familia Bambusoideae (Poaceae) en la región de la vertiente del Océano Pacífico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 16.
5. CHEN, CH. 1984. Nuevas variedades de bambú. Prensa Libre, Suplemento Agropecuario, Guatemala (Gua.); Sep. 1:2-3.  
  
Citado por: Juárez Barrera, C. A. 1986. Estudio del crecimiento en doce especies de bambú, bajo condiciones naturales durante la época lluviosa en cuatro localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 4-6.
6. \_\_\_\_\_. 1986. Las especies de bambú en Guatemala. Prensa Libre, Suplemento Agropecuario, Guatemala (Gua.); Julio 11:1.
7. FLORES AUCEDA, C. D. 1986. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 116 p.
8. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. s.p.
9. HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. 1984. Propagación de plantas, principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, D.F., CECSA. p. 348-350, 734.

10. HASAN, S. M. 1980. Special papers; lessons from past studies on the propagation of bamboos. In Bamboo Research in Asia. Ottawa, Can., International Development Research Centre; International Union of Forestry Research Organizations. p. 131-138.
11. HERNANDEZ, F. A.; GUZMAN, E. E. 1985. El cultivo de bambú. Guatemala, MAGA. Unidad de Comunicación Social. 12 p.
12. HIDALGO LOPEZ, O. 1974. Bambú; su cultivo y aplicaciones en la fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería y artesanía. Cali, Col., Estudios Técnicos Colombianos. 318 p.
13. \_\_\_\_\_ . s.f. Tipos de bambúes y métodos de cultivo. s.n.t. 11 p.  
  
Presentado en: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DEL BAMBU (2, 1982, Guayaquil, Ec.). s.n.t.
14. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1986. Cultivo del bambú. Guatemala. 35 p.
15. \_\_\_\_\_ . 1986. Guía técnica para la identificación de las especies de bambú, sus plagas y enfermedades. Guatemala. 57 p.
16. JUAREZ BARRERA, C. 1986. Estudio del crecimiento en doce especies de bambú bajo condiciones naturales durante época lluviosa en cuatro localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 119 p.
17. McCLURE, F. 1955. Flora of Guatemala; bamboos. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, pt. 2, 390 p.
18. \_\_\_\_\_ . 1986. The bamboos a fresh perspective. Cambridge, Mass., EE.UU., Harward University Press. 347 p.
19. MENENDEZ CAHUEQUE, R. 1983. Caracterización de 11 cultivares de bambú en la finca Chocóla, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 106 p.
20. NUEVE METODOS de propagación vegetativa de guadua (Bambusa angustifolia) s.f. s.n.t. 26 p.  
  
Presentado en: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DEL BAMBU (1, 1981, Manizales, Col.) s.n.t.
21. SAGASTUME ANDRADE, F. 1986. Muestreo y caracterización preliminar de las especies de la sub-familia bambusoideae (Poaceae) en la región de la vertiente del Océano Pacífico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 140 p.

22. SERRANO MUÑOZ, A. 1978. Evaluación de paquetes estadísticos para el análisis de regresión lineal simple y características generales. Tesis Actuario. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. p. 44-61.
23. SIMMONS, CH.; TARANO, M.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
24. UCHIMURA, E. 1980. Special papers; bamboo cultivation. In Bamboo Research in Asia. Otowa, Can., International Development Research Centre; International Union of Forestry Research Organizations. p. 151-156.

No. Rec.

*P. Staal*



## X. A P E N D I C E

No.	Descripción	Pag.
1	Resumen de características generales de 7 cultivares de bambú	59
2	Alturas promedio por tratamiento alcanzado por 7 especies de bambú propagadas vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez	60
3	Curvas de crecimiento en altura	61
4	Estado general de 7 especies de bambú propagadas por off-sets y fracciones de tallo; a los tres meses de edad, en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986	62
5	Tiempos promedio (en minutos) para extraer 5 diferentes propágulos de bambú	63
6	Tiempo promedio para sembrar propágulo de bambú por 5 métodos	63
7	Precipitación y temperatura promedio para el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá para 1986-87	64
8	Características físicas y químicas del sitio experimental	65
9	Croquis de ubicación del ensayo en Bulbuxyá y distribución de tratamientos	66

Apendice 1 Resumen de características generales de 7 cultivares de bambú

DESCRIPCION	ORIGEN	ALTURA (m)	TIPO RIZOMA	DIAMETRO (cm)	LONGITUD ENTRENUDOS (cm)	COLOR
<u>Gigantochloa verticilliata</u>	Java	14.0-16.0	Paquimorfo	8.0-9.0	30.0-40.0	Verde oscuro
<u>Bambusa tulda</u>	India	13.0-15.0	Paquimorfo	6.0-8.0	30.0-50.0	Verde musgo
<u>Bambusa tuldoides</u>	Sur-este China	12.0-14.0	Paquimorfo	4.0-5.0	35.0-40.0	Verde oscuro
<u>Bambusa ventricosa</u>	China	12.0-14.0	Paquimorfo	5.0-8.0	35.0-45.0	Verde oscuro
<u>Bambusa arundinacea</u>	India	16.0-18.0	Paquimorfo	5.0-10.0	20.0-40.0	Verde pálido
<u>Bambusa vulgaris</u>	Madagas car e					
	India	10.0-18.0	Paquimorfo	6.0-9.0	20.0-30.0	Amarillo-ver
<u>Bambusa longispiculata</u>	India	12.0-15.0	Paquimorfo	5.0	20.0-30.0	de Verde musgo

Fuente: Flora of Guatemala, Jason R. Swallen y F. A. McClure.

Apéndice 2 Alturas promedio por tratamiento alcanzado por 7 especies de bambu propagados vegetativamente en San Miguel Panán, Suchitepéquez

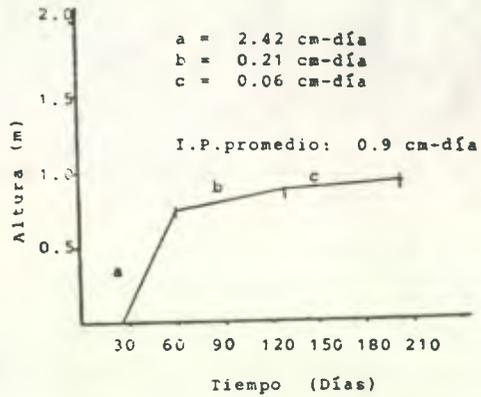
Tratamiento	Fecha lectura	altura (m)			Altura $\bar{x}$	C. V. %
		I	II	III		
<u>B. tulda</u> /offset	15/10/86	1.34	1.3	1.21	1.28	5.2
	22/12/86	2.92	2.7	1.64	2.42	28.2
	3/ 3/87	4.08	3.34	2.51	3.31	23.7
<u>B. ventricosa</u> /offset	15/10/86	1.02	1.14	1.13	1.10	6.1
	22/12/86	1.78	1.88	1.60	1.75	8.1
	3/ 3/87	2.72	2.42	1.60	2.25	29.8
<u>G. verticillata</u> /offset	15/19/86	1.18	1.33	1.22	1.24	6.2
	22/12/86	1.59	2.06	1.68	1.78	14.0
	3/ 3/87	2.58	2.54	1.68	2.27	22.4
<u>B. tuldoidea</u> /offset	15/10/86	0.75	0.78	0.80	0.78	3.2
	22/10/86	1.22	1.04	1.25	1.17	9.7
	3/ 3/87	1.8	1.83	1.25	1.63	20.1
<u>B. arundinacea</u> /offset	15/10/86	2.05	1.82	1.18	1.68	26.8
	22/12/86	2.88	2.92	1.58	2.46	31.0
	3/ 3/87	3.31	3.08	2.60	3.00	12.1
<u>B. arundinacea</u> /frac.tallo+H <sub>2</sub> O	15/10/86	0.47	0.42	0.33	0.41	17.4
	22/12/86	0.63	1.00	0.50	0.71	36.5
	3/ 3/87	1.18	1.19	0.6	0.99	34.1
<u>B. arundinacea</u> /frac. rama	15/10/86	0.12	0.12	--	0.12	0.0
	22/12/86	0.14	0.14	--	0.14	0.0
	3/ 3/87	+	+	--	--	--
<u>B. longispiculata</u> /offset	15/10/86	1.37	0.7	1.28	1.12	32.5
	22/12/86	1.47	+	+	1.47	0.0
	3/ 3/87	1.47	+	+	1.47	0.0
<u>B. vulgaris</u> <sup>1/</sup> /rizoma	15/10/86	--	0.75	--	0.75	0.0
	22/12/86	--	0.88	--	0.88	0.0
	3/ 3/87	--	0.92	--	0.92	0.0
<u>B. vulgaris</u> <sup>1/</sup> /frac. rizoma	15/10/86	1.07	0.6	0.15	0.61	75.8
	22/12/86	1.9	0.7	+	1.3	65.3
	3/ 3/87	2.68	0.7	--	1.69	82.8
<u>B. vulgaris</u> <sup>1/</sup> /offset	15/10/87	1.82	1.2	1.2	1.41	25.4
	22/12/86	2.47	1.71	1.56	1.91	25.5
	3/ 3/87	3.49	2.11	1.95	2.52	33.6
<u>B. vulgaris</u> <sup>1/</sup> /frac.talo+H <sub>2</sub> O	15/10/86	0.3	0.2	0.43	0.34	21.8
	22/12/86	+	+	+	--	
<u>B. vulgaris</u> <sup>1/</sup> /frac. rama	15/10/86	--	0.2	+	0.2	0.0
	22/12/86	--	0.4	--	0.4	0.0
	3/ 3/87	--	0.4	--	0.4	0.0

1/ vr. striata

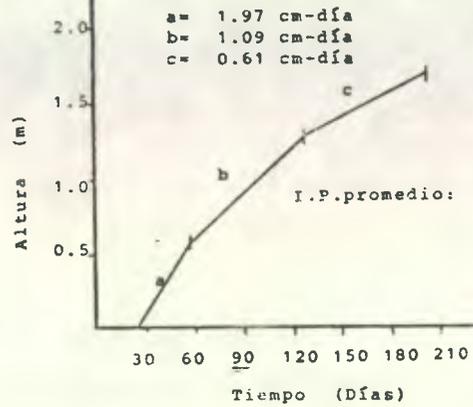
-- No hubo brotación

+ Marchita a la fecha de la lectura

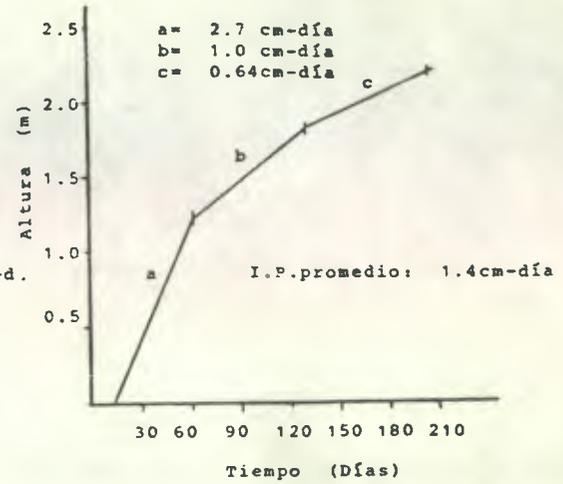
Apéndice 3. Curvas de crecimiento en altura.



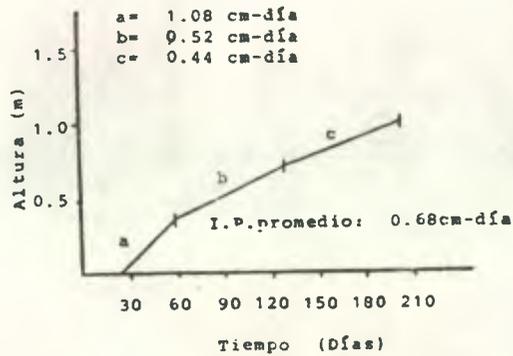
3A. Propagación por rizoma completo.



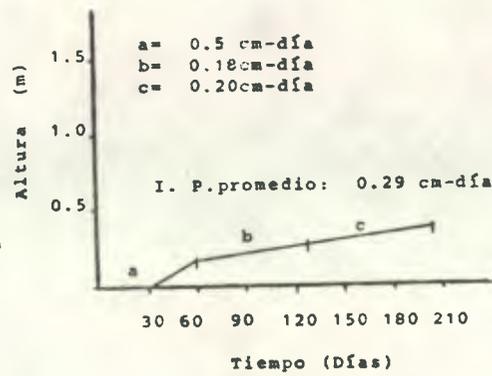
3B. Propagación por rizoma fraccionado



3C. Propagación por offset



3D. Propagación por fracción de tallo más agua



3E. Propagación por fracción de rama

REFERENCIAS:

- I.P.= Incremento periódico
- a = Fecha de brotación al 15/10/86
- b = 15/10/86 al 22/12/86
- c = 22/12/86 al 3/3/87

BIBLIOTECA CENTRAL  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Apéndice 4 Estado general de 7 especies de bambú, propagadas por offsets y fracciones de tallo; a los tres meses de edad, en San Miguel Panán, Suchitepéquez, 1986.

Especie	Método de Propagación									
	Offset					Culmo + agua				
	Propágulos brotados Vivos	Propágulos brotados Marchitos	Propágulos no brotados Secos	Propágulos no brotados Podridos	Total	Propágulos brotados Vivos	Propágulos brotados Marchitos	Propágulos no brotados Secos	Propágulos no brotados Podridos	Total
<u>B. tulda</u>	26	1	3	0	30	0	7	19	4	30
<u>B. ventricosa</u>	22	5	3	0	30	0	0	26	4	30
<u>G. verticillata</u>	27	2	0	1	30	1	13	16	0	30
<u>B. tuldooides</u>	15	6	9	0	30	0	1	11	18	30
<u>B. arundinacea</u>	23	5	1	1	30	17	6	7	0	30
<u>B. longispiculata</u>	11	12	10	6	30	0	0	24	6	30
<u>B. vulgaris</u> vr. <u>striata</u>	25	2	2	1	30	2	12	13	3	30
Total	149	33	19	9	210	20	39	116	35	210
%	11.0	15.7	9.0	4.3	100.0	9.5	18.6	55.2	16.7	100.0

Apendice 5 Tiempos promedio (en minutos) para extraer 5 diferentes propágulos de bambú

TIPO DE PROPAGULO	UNIDAD	TIEMPO min.
Rizoma	10	100
Fracción rizoma	10	110
Rizoma con fracción de tallo (2 nudos)	10	100
Fracción de tallo de (2) nudos	10	20
Fracción de rama	10	10

Apendice 6 Tiempo <sup>1/</sup> promedio para sembrar propágulo de bambú por cinco métodos

METODO	UNIDAD	TIEMPO min.
Rizoma	10	10
Fracción de rizoma	10	10
Rizoma con fracción de tallo (de 2 nudos)	10	22
Fracción de tallo perforado+agua <sup>2/</sup>	10	20 <sup>2</sup>
Fracción de rama	10	8

1/ Medido en la especie B. vulgaris vr. striata

2/ Incluye el llenado con agua

Apendice 7 Precipitación y temperatura promedio para el Centro de  
Agricultura Tropical Bulbuxyá para 1986-87

MES	PRECIPITACION mm	DIAS DE LLUVIA	Max.	ToC media min.
Enero/86	65.1	6	34.6	16.2
Febrero	64.0	5	33.8	16.4
Marzo	20.1	2	34.6	15.8
Abril	59.5	7	36.5	17.0
Mayo	502.8	19	34.8	18.6
Junio	364.6	23	34.5	19.2
Julio	480.2	26	33.7	19.1
Agosto	297.7	22	33.8	20.3
Septiembre	520.5	21	33.3	20.3
Octubre	887.4	29	31.6	20.8
Noviembre	106.1	10	33.9	21.4
Diciembre	0.0		34.7	23.4
Enero/87	0.0		35.0	14.6
Febrero	0.0		36.2	15.6
Marzo	89.4	4	37.7	17.7
Abril	211.6	9	36.2	19.3

FUENTE: Registros climáticos Estación de Bulbuxyá

1/ Epoca de ejecución del trabajo de propagación.

Apéndice 8. Características físicas y químicas del sitio experimental.<sup>1</sup>

Características	Valores
Color <sup>2</sup>	
Seco	10YR 4.5/2
Húmedo	10YR 2/1
Distribución de partículas <sup>2</sup>	
Arena (%)	38.3
Limo (%)	36.2
Arcilla (%)	25.5
Densidad (gr/cc) <sup>2</sup>	
Aparente	0.9
De partículas	1.73
M. O. (%) <sup>2</sup>	8.0
pH <sup>3</sup>	6.4
Elementos disponibles <sup>3</sup>	
P mg/ml	3.33
K mg/ml	305
Ca Meq/100 ml suelo	7.47
Mg Meq/100 ml suelo	1.32

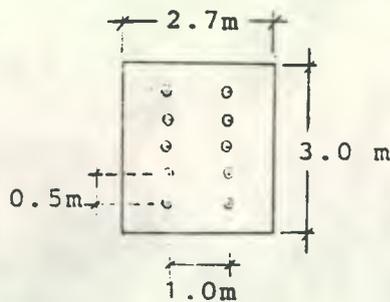
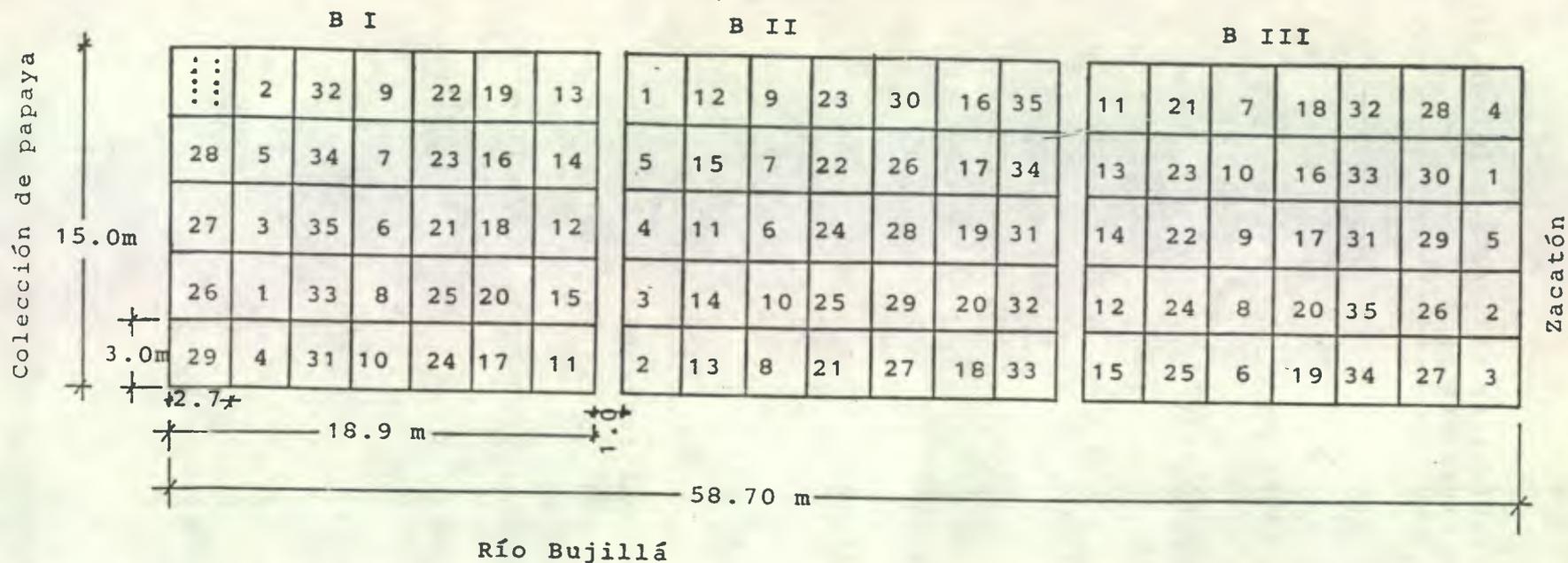
1/ Profundidad de muestreo: 0-30 cm.

2/ Análisis efectuados en Lab. de Suelos, Facultad de Agronomía, USAC.

3/ Análisis efectuados en Lab. de Disciplina de Suelos, ICTA, SPA.

Apéndice 9. Croquis de ubicación del ensayo en Bulbuxyá y distribución de tratamientos.

Híbridos de cacao "Bujillá"



Parcela pequeña

(contiene 10 propágulos)

DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS:

- |   |   |
|---|---|
| 1. B. <u>tulda</u> /rizoma                | 19. B. <u>tuldoides</u> /culmo + agua         |
| 2. B. <u>tulda</u> /frac. de rizoma       | 20. B. <u>tuldoides</u> /frac. de rama        |
| 3. B. <u>tulda</u> /offset                | 21. B. <u>arundinacea</u> /rizoma             |
| 4. B. <u>tulda</u> /culmo + agua          | 22. B. <u>arundinacea</u> /frac. de rizoma    |
| 5. B. <u>tulda</u> /frac. de rama         | 23. B. <u>arundinacea</u> /offset             |
| 6. B. <u>ventricosa</u> /rizoma           | 24. B. <u>arundinacea</u> /culmo + agua       |
| 7. B. <u>ventricosa</u> /frac. de rizoma  | 25. B. <u>arundinacea</u> /frac. de rama      |
| 8. B. <u>ventricosa</u> /offset           | 26. B. <u>longispiculata</u> /rizoma          |
| 9. B. <u>ventricosa</u> /culmo + agua     | 27. B. <u>longispiculata</u> /frac. de rizoma |
| 10. B. <u>ventricosa</u> /frac. de rama   | 28. B. <u>longispiculata</u> /offset          |
| 11. G. <u>verticillata</u> /rizoma        | 29. B. <u>longispiculata</u> /culmo + agua    |
| 12. G. <u>verticillata</u> /frac. rizoma  | 30. B. <u>longispiculata</u> /frac. de rama   |
| 13. G. <u>verticillata</u> /offset        | 31. B. <u>vulgaris</u> /rizoma                |
| 14. G. <u>verticillata</u> /culmo + agua  | 32. B. <u>vulgaris</u> /frac. de rizoma       |
| 15. G. <u>verticillata</u> /frac. de rama | 33. B. <u>vulgaris</u> /offset                |
| 16. B. <u>tuldoides</u> /rizoma           | 34. B. <u>vulgaris</u> /culmo + agua          |
| 17. B. <u>tuldoides</u> /frac. de rizoma  | 35. B. <u>vulgaris</u> /frac. de rama         |
| 18. B. <u>tuldoides</u> /offset           |   |

1/ vr. striata