

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTUDIO DE CUATRO METODOS DE PROPAGACION
DE CINCO ESPECIES FORESTALES

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

Por

ALIX RICHMOND

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica

1984

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento más sincero:

Al Dr. Charles B. Briscoe, Consejero Principal, por sus valiosas sugerencias y revisiones del texto.

A los demás miembros del Comité Asesor: Dr. Gerardo Budowski, Dr. Ludwig Muller y Dr. José E. Fargas por sus consejos y recomendaciones.

A los ex-miembros de mi comité de Tesis: Dr. Daniel Marmillod y Dr. Donald Hazlett por sus recomendaciones.

A John Palmer y Jan Bauer por sus consejos y recomendaciones.

Al Overseas Development Administration (ODA), por haberme otorgado la beca.

A los agrónomos Jocelyn Chery, Gerard Lohier, Henry Louis-Jeune, Montaigu Cantava, Robert Cassagnol, Joseph Adrien, Leonvil Séraphin, Roles Théard, Normil Henri, por sus recomendaciones favorables.

A los estudiantes graduados Nicolás Ernesto Guillén Astacio, Eduardo Somarriba y Liana Babbar por sus amistades.

A los Ingenieros Francisco Lega, José Joaquín Campos y Emel Rodríguez, por su colaboración en la obtención de material para mi tesis.

A los cónsules de Haití en Costa Rica Jean Marie Tardieu y Oscar Vargas por sus atenciones en mi favor

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron con su persona en su estadía en el CATIE.

BIOGRAFIA

El autor nació en Cap-Haitien, Haití. Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal. En Junio de 1976, se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía y de Medicina Veterinaria de la Universidad del Estado de Haití.


En octubre de ese mismo año trabajó en el proyecto de Développement Regional Intégré de Petit-Goave et de Petit-trou de Nippes (DRIPP), hasta septiembre de 1978. De diciembre 1978 a Diciembre 1980, trabajó en el servicio de Conservation des Sols, Forêts et Protection de la Faune, como Jefe de la Section de Conservation des Sols. En 1981, estuvo en la ESNACIFOR, en Honduras. De Enero a Marzo 1982, desempeñó el cargo de supervisor del distrito agrícola de Fond des Nègres.

En Marzo de 1982 ingresó como estudiante graduado al Departamento de Recursos Naturales Renovables del Programa Conjunto Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, obteniendo el grado de Magister Scientiae en diciembre de 1984.

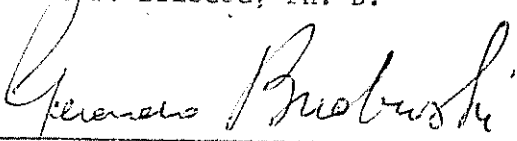
Esta tesis ha sido aceptada en la forma presente por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, bajo el convenio UCR-CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

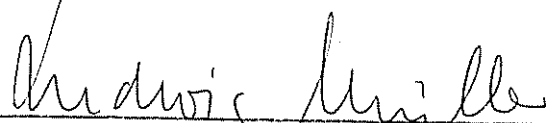
JURADO:



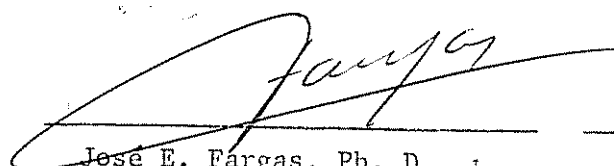
Charles E. Briscoe, Ph. D. Profesor Consejero



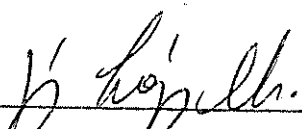
Gerardo Budowski, Ph. D. Miembro del Comité



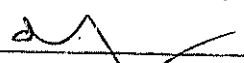
Ludwig Muller, Ph. D. Miembro del Comité



José E. Fargas, Ph. D. Miembro del Comité



Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica



Alix Richmond
Candidato

FE DE ERRATAS

En los Cuadros 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y A41, aquellos valores promedios de las cuatro repeticiones en cada columna que están seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P= 0,05$).

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Especies ensayadas.....	4
2.1.1 <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand.....	4
2.1.2 <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.....	5
2.1.3 <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	6
2.1.4 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.....	9
2.1.5 <i>Mimosa scabrella</i> Benth.....	10
2.2 Métodos de propagación.....	11
2.2.1 Propagación por estacas.....	11
2.2.2 Propagación por pseudoestacas.....	24
2.2.3 Propagación por siembra directa.....	28
2.2.4 Plantación de plántulas criadas en bolsas, a partir de semillas.....	31
3. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1 Ensayos.....	34
3.2 Localización de los diferentes ensayos.....	35
3.3 Clima.....	35
3.4 Materiales.....	36
3.5 Metodología usada para el ensayo 1.....	38
3.6 Metodología usada en el ensayo 2.....	43
3.7 Metodología usada en el ensayo 3.....	45
3.8 Metodología utilizada para el ensayo 4.....	47
4. RESULTADOS.....	49
4.1 Ensayo 1. Siembra directa de cinco especies forestales en campo abierto con y sin repelente.....	49

	Página
4.1.1 Porcentaje de germinación.....	49
4.1.2 Porcentaje de sitios con plantas.....	51
4.1.3 Altura total a los cuatro, seis y ocho meses.....	50
4.1.4 Diámetro basal a los cuatro, seis y ocho meses.....	52
4.2 Ensayo 2. Enraizamiento de tres especies forestales, con y sin ácido indolbutírico (AIB), en arena pura o mezcla de arena-tierra en vivero.....	53
4.2.1 Porcentaje de enraizamiento de las estacas del vivero..	53
4.2.2 Número y largo de raíces.....	55
4.3 Ensayo 3. Establecimiento de 3 especies forestales por siembra directa, pseudoestacas, estacas y plántulas con pan de tierra en el campo.....	55
4.3.1 Supervivencia.....	55
4.3.2 Incremento en altura.....	60
4.3.3 Incremento en diámetro.....	61
4.4 Ensayo 4. Establecimiento de 2 especies forestales por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra en el campo.....	62
5. DISCUSION.....	64
5.1 Ensayo 1. Siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto con y sin repelente.....	64
5.1.1 Germinación y número de sitios con plantas.....	64
5.1.2 Crecimiento inicial.....	66
5.2 Ensayo 2. Enraizamiento de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> con y sin AIB, en arena pura o mezcla de arena-tierra, en el vivero.....	66
5.2.1 Enraizamiento.....	67
5.2.2 Número y largo de raíces.....	68
5.3 Ensayo 3. Establecimiento de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> por siembra directa, pseudoestacas, estacas y plántulas con pan de tierra.....	69
5.3.1 Comparación de los métodos de propagación para <i>Bombacopsis quinatum</i>	69
5.3.2 Comparación de los métodos de propagación para <i>Gliricidia sepium</i>	69
5.3.3 Comparación de los métodos de propagación para <i>Gmelina arborea</i>	69

5.4 Ensayo 4. Establecimiento de <i>G. ulmifolia</i> y <i>M. scabrella</i> por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra.	70
5.5 Consideraciones generales.....	70
5.5.1 Supervivencia.....	70
5.5.2 Crecimiento inicial.....	71
6. CONCLUSIONES.....	73
7. RECOMENDACIONES.....	74
8. LITERATURA CITADA.....	75
9. ANEXOS.....	83

RESUMEN

La propagación de plántulas criadas en bolsas, a partir de semillas forestales, es muy costosa, lo que puede ser un factor limitante para la reforestación de grandes áreas. El uso de otros métodos de propagación, cuando las condiciones lo permiten, puede resolver en parte este problema.

En este trabajo, se hizo una evaluación y comparación de 4 métodos de propagación a saber: 1) la siembra directa, 2) la propagación por estacas, 3) la propagación por pseudoestacas y 4) la propagación de plántulas con pan de tierra criadas en bolsas a partir de semillas. Para esta finalidad, se han seleccionado, por su facilidad de establecimiento, adaptabilidad a varias condiciones climáticas y usos múltiples, las especies: *Bombacopsis quinatum*, *Glicicidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmiifolia* y *Mimosa scabrella*.

Se realizaron cuatro ensayos: El ensayo 1 fue de siembra directa de estas cinco especies forestales, con y sin repelente, en campo abierto en Florencia Sur. El ensayo 2 consistió en el enraizamiento en el vivero forestal del CATIE, de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* con y sin ácido indolbutírico (AIB), en arena pura o mezcla de arena-tierra (1:1). El ensayo 3 consistió en el establecimiento de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* en Florencia Sur, Turrialba, Costa Rica, por siembra directa, estacas, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra. El ensayo 4 consistió en el establecimiento en Florencia Sur y Campo Gamma, de *G. ulmiifolia* y *M. scabrella* por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra.

Para el ensayo 1 se usó un diseño de parcelas divididas en bloques

completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron las cinco especies forestales y los sub-tratamientos fueron el uso o no de chile picante como repelente. Se evaluó el porcentaje de germinación, de sobrevivencia, la altura total y el diámetro basal.

Para el ensayo 2, se usó un factorial de 3 especies, 2 tratamientos hormonales y 2 substratos en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se evaluó el número de estacas enraizadas, verdes, con callo y muertas, el número y largo de raíces.

Para el ensayo 3, se usó un factorial de 3 especies y 4 métodos de propagación en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se evaluó la sobrevivencia y el incremento en altura y en diámetro basal.

Para el ensayo 4, se usó un factorial de 2 especies y 3 métodos de propagación en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se evaluó la sobrevivencia, el incremento en altura y en diámetro basal.

Los resultados obtenidos para la sobrevivencia se resumen en el Cuadro siguiente.

Especies	Siembra directa		Pseudoestacas	Estacas	Plantulas con pan de tierra
	*Ens. 1	*Ens 3 ó 4			
<i>B. quinatum</i>	73	66	92	12	93
<i>G. sepium</i>	97	88	100	56	98
<i>G. arborea</i>	84	74	91	2	97
<i>G. ulmifolia</i>	0	0	34	0	83
<i>M. scabrella</i>	81	40	0	0	90

Se concluye que bajo las condiciones de los ensayos *B. quinatum* tuvo un porcentaje de sobrevivencia relativamente alto con la siembra directa realizada antes de la última fase de la época lluviosa, la plantación de pseudoestacas y de plántulas con pan de tierra, pero muy bajo por estacas.

G. sepium tuvo un porcentaje de sobrevivencia alto por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra, pero bajo por estacas.

G. arborea tuvo un porcentaje de sobrevivencia relativamente alto por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra, pero inadecuado por estacas.

G. ulmifolia tuvo un porcentaje de sobrevivencia relativamente alto sólo con las plántulas con pan de tierra.

M. scabrella tuvo un porcentaje de sobrevivencia relativamente alto con la siembra directa realizada antes de la última fase de la época lluviosa y la plantación de plántulas con pan de tierra.

El crecimiento inicial en altura y en diámetro, en todos los ensayos y para todas las especies, fueron relativamente bajos,

Se recomienda probar *B. quinatum*, *G. sepium*, *G. arborea* y *M. scabrella* en mayor escala, por siembra directa, en condiciones de Turrialba y también en otras condiciones, especialmente donde el costo de plantación es un factor limitante para los programas de reforestación. Además, se recomienda probar *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* por pseudoestacas donde no es factible la siembra directa, a menos que las características del sitio obligan a usar plántulas con pan de tierra, criadas en bolsas.

Palabras claves: Propagación de árboles forestales, reforestación, *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmifolia* y *Mimosa scabrella*.

STUDY OF FOUR PROPAGATION METHODS FOR FIVE FOREST-TREE SPECIES

SUMMARY

The establishment cost using bagged seedlings may be a limitation to reforestation programs of large areas. The use of other propagation methods under favorable climatic conditions may partially resolve this problem.

The present study refers to the evaluation and comparison of four propagation methods namely: a) direct seeding, b) propagation by cuttings, c) propagation by stumps and d) propagation using bagged seedlings.

The following species were selected for their ease of establishment, adaptability to various climatic conditions and multiple uses: *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmifolia* y *Mimosa scabrella*.

Four trials were carried out. The first one consisted in direct seeding of the five forest species, with or without repellent to rodents or birds, in an open field in Florencia Sur, Turrialba, Costa Rica. The second trial consisted in rooting cuttings in CATIE's forest nursery of *B. quinatum*, *G. sepium*, *G. arborea*, *G. ulmifolia* and *M. scabrella* with or without indolbutyric acid (IBA), in pure sand or mixture of soil and sand (1:1). The third trial consisted in establishing *B. quinatum*, *G. sepium* and *G. arborea* in Florencia Sur, by direct seeding, cuttings, stumps and bagged seedlings.

The fourth trial consisted in establishing in Florencia Sur and Campo Gamma, *G. ulmifolia* and *M. scabrella* by direct seedling, stumps and bagged seedlings.

For the first trial a split plot design was used with complete randomized blocks with four repetitions. Germination and survival percentage, total height and basal diameter were determined.

For the second trial, a factorial design of 3 species, 2 hormonal treatments and 2 substrata was used in complete randomized blocks with four repetitions. Number of rooted, green, callused and dead cuttings, number and length of roots were determined.

For the third trial, a factorial design of 3 species and 4 propagation methods was used in a complete randomized blocks with four repetitions. Survival percentages, height, and basal diameter increment were determined:

For the fourth trial, a factorial of 2 species and 3 propagation methods was used in complete randomized blocks with four repetitions. Survival percentage, height and basal diameter increment were determined.

The survival percentage obtained with the different species in the four trials, are presented in the following table.

Species	Direct seeding		Stumps	Cuttings	Seedlings
	Trial 1	Trial 3 or 4			
<i>B. quinatum</i>	73	66	92	12	93
<i>G. sepium</i>	97	88	100	56	98
<i>G. arborea</i>	84	74	91	2	97
<i>G. ulmifolia</i>	0	0	34	0	83
<i>M. scabrella</i>	81	40	0	0	90

From the trials made, the following conclusions were drawn: *B. quinatum* had a relatively high survival percentage for direct seeding realized before the last phase of the rainy period, the stumps, and bagged seeding, but a very low survival percentage for cuttings.

G. sepium had a high survival percentage using direct seeding, stumps and bagged seedlings, but a low percentage for cuttings. *G. arborea*

had a high survival percentage for direct seeding of stumps and bagged seedlings, but inadequate for cuttings. *G. ulmifolia* had a relatively high survival percentage only with the plantings using bagged seedlings. *M. scabrella* had a relatively high survival percentage with the direct seeding realized before the last phase of the rainy period and the plantation using bagged seedlings.

The initial growth in height and diameter, in all trials and for all species, was relatively low.

It is recommended trying *B. quinatum*, *G. sepium*, *G. arborea* and *M. scabrella* on a larger scale, by direct seeding under conditions of Turrialba and also under other conditions, especially where the establishment cost limits reforestation programs. Moreover, it is recommended trying *B. quinatum*, *G. sepium* and *G. arborea* by stumps where the direct seeding is not feasible, unless the site characteristics require using bagged seedlings.

Key words: Plant propagation, reforestation, *Bombacopsis quinatum*, *Glicidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazima ulmifolia* y *Mimosa scabrella*.

LISTA DE CUADROS

En el texto Cuadro N°		Página
1	Porcentaje de enraizamiento obtenido, utilizando árboles madres de diferentes edades.....	14
2	Porcentaje de enraizamiento para tamaños diferentes de estacas de algunas especies forestales.....	16
3	Porcentaje de enraizamiento de estacas tomadas de partes diferentes en el árbol madre.....	17
4	Importancia de las hojas en el enraizamiento.....	19
5	Influencia del substrato sobre el enraizamiento.....	21
6	Influencia de las hormonas vegetales sobre el enraizamiento de estacas de diversas especies.....	24
7	Porcentaje de sobrevivencia de pseudoestacas de <i>G. arborea</i> , un año después de la plantación.....	27
8	Incremento en altura de pseudoestacas de <i>G. arborea</i> , un año después de la plantación (cm).....	27
9	Información sobre las semillas utilizadas en los ensayos uno, tres y cuatro.....	36
10	Información sobre las estacas usadas en los ensayos dos y tres.....	37
11	Características de las pseudoestacas utilizadas en los ensayos 3 y 4.....	38
12	Características de las plantas criadas en bolsas.....	38
13	Porcentaje de germinación de las cinco especies ensayadas en el BSLF, en el vivero y en el campo.....	49
14	Porcentaje de sitios con una o más plantas a los 15 días de la siembra y resiembra y a los cuatro, seis y ocho meses de la siembra.....	51
15	Altura media obtenida a los 4, 6 y 8 meses de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto, en centímetros (cm).....	52
16	Diámetro promedio obtenido a los 4, 6 y 8 meses de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto, en milímetros (mm).....	53
17	Porcentaje de sobrevivencia a los tres meses de cuatro métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	59

18	Porcentaje de sobrevivencia a los seis meses de cuatro métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	59
19	Incremento en altura obtenido a los tres meses del establecimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Gmelina arborea</i> por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en centímetros (cm).....	60
20	Incremento en altura obtenido a los seis meses del establecimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Gmelina arborea</i> por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en centímetros (cm).....	61
21	Incremento en diámetro obtenido a los tres meses del establecimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Gmelina arborea</i> por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en milímetros (mm).....	61
22	Incremento en diámetro obtenido a los seis meses del establecimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Gmelina arborea</i> por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en milímetros (mm).....	62
23	Porcentaje de sobrevivencia e incremento en altura y en diámetro de 3 métodos de establecimiento de <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Mimosa scabrella</i>	63
24	Resumen de la sobrevivencia de los cuatro métodos de propagación de las cinco especies en el campo.....	71

En el Anexo

A1	Resumen de datos meteorológicos (junio 1983-mayo 1984)...	84
A2	Resultados del análisis físico y químico de suelos.....	85
A3	Porcentaje de germinación inicial después de la siembra de 5 especies forestales en campo abierto.....	86
A4	Porcentaje de sitios con una o más plantas después de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto	86
A5	Porcentaje de germinación después de la resiembra de 5 especies forestales en campo abierto.....	87
A6	Porcentaje de sitios con una o más plantas después de la resiembra de 5 especies forestales en campo abierto.....	87
A7	Porcentaje de sitios con planta a los 4 meses de la siembra directa.....	88
A8	Porcentaje de sitios con planta a los 6 meses de la siembra directa.....	88
A9	Porcentaje de sitios con planta a los 8 meses de la siembra directa.....	88
A10	Altura total a los 4 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).....	89

A11	Altura total a los 6 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).....	89
A12	Altura total a los 8 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).....	90
A13	Diámetro basal a los 4 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).....	90
A14	Diámetro basal a los 6 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).....	91
A15	Diámetro basal a los 8 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).....	91
A16	Número de estacas enraizadas a los 4 meses y medio de la plantación en el vivero.....	92
A17	Número de estacas verdes a 4 meses y medio de la plantación en vivero.....	92
A18	Número de estacas con callo a 4 meses y medio de la plantación en vivero.....	93
A19	Número de estacas muertas a 4 meses y medio de la plantación en vivero.....	93
A20	Número promedio de raíces de las estacas enraizadas.....	94
A21	Largo promedio de raíces de las estacas enraizadas (cm) ..	94
A22	Porcentaje de sobrevivencia a los 3 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	95
A23	Porcentaje de sobrevivencia a los 6 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	95
A24	Incremento en altura a los 3 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> (cm).....	96
A25	Incremento en altura a los 6 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> (cm).....	96
A26	Incremento en diámetro a los 3 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> (mm).....	97
A27	Incremento en diámetro a los 6 meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i> (mm).....	97
A28	Porcentaje de sobrevivencia de tres métodos de propagación de <i>G. ulmifolia</i> y <i>M. scabrella</i> , a cuatro meses de la plantación.....	98

A29	Incremento en altura de tres métodos de propagación de <i>G. ulmifolia</i> y <i>M. scabrella</i> , a cuatro meses de la plantación (cm).....	93
A30	Incremento en diámetro de tres métodos de propagación de <i>G. ulmifolia</i> y <i>M. scabrella</i> , a cuatro meses de la plantación (mm).....	98
A31	Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia a los tres meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	99
A32	Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia a los seis meses de 4 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	99
A33	Análisis de varianza para incremento en altura a los tres meses de 3 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	100
A34	Análisis de varianza para incremento en altura a los seis meses de 3 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	100
A35	Análisis de varianza para incremento en diámetro a los tres meses de 3 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	101
A36	Análisis de varianza para incremento en diámetro a los seis meses de 3 métodos de propagación de <i>B. quinatum</i> , <i>G. sepium</i> y <i>G. arborea</i>	101
A37	Análisis de varianza para altura total de 4 especies establecidas por siembra directa.....	102
A38	Análisis de varianza para diámetro basal de 4 especies forestales establecidas por siembra directa.....	102
A39	Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia, incremento en altura y en diámetro a los 4 meses de 3 métodos de establecimiento de <i>G. ulmifolia</i> y <i>M. scabrella</i>	103
A40	Análisis de varianza para número de estacas enraizadas.	103
A41	Prueba de Tukey para número de estacas enraizadas.....	104

LISTA DE FIGURAS

En el texto

Figura N°		Página
1	Porcentaje de estacas enraizadas con y sin AIB.....	54
2	Porcentaje de estacas enraizadas en arena pura y mezcla de arena-tierra (1:1).....	56
3	Número y largo de raíces de las estacas enraizadas con y sin AIB.....	57
4	Número y largo de raíces de las estacas enraizadas en arena pura y mezcla de arena-tierra.....	58
5	Relación entre la precipitación y la evapotranspiración siete días antes y 14 días después de la siembra y resiembra del ensayo 1.....	65

En el anexo

1A	Ubicación de los ensayos 1, 3 y 4 en Florencia Sur y Campo Gamma.....	105
2A	Disposición de los tratamientos del Ensayo 1 en parcelas divididas con cuatro replicaciones en el campo.	106
3A	Distribución de las parcelas del ensayo 2.....	107
4A	Distribución de los tratamientos del Ensayo 3.....	108
5A	Distribución de las parcelas en el Ensayo 4.....	109
6A	Esquema que muestra las subdivisiones de una rama para obtener las estacas apicales (a), intermedias (i) y basales (b).....	110
7A	Diagrama de la preparación de pseudoestacas.....	110

1. INTRODUCCION

Las plantaciones de especies de rápido crecimiento en gran escala, especialmente en terrenos ya deforestados y a menudo degradados, constituyen una de las posibles soluciones para satisfacer las necesidades de madera de las poblaciones de muchos países latinoamericanos y contrarrestar los graves problemas de deforestación, al aliviar la presión sobre los bosques nativos. También estas plantaciones podrían reducir los fenómenos de erosión y sedimentación.

En la mayoría de los países latinoamericanos existen compañías privadas que hacen reforestaciones, pero la mayor parte de los programas de reforestación están bajo la responsabilidad de los gobiernos, aún cuando dispongan de pocos recursos. En ambos casos, es una ventaja evidente tener a disposición métodos de establecimiento de plantaciones forestales que sean baratos y a la vez seguros, en cuanto a porcentaje de arraigamiento.

En América Tropical, por lo menos en los últimos 20 a 30 años, se ha venido usando en la mayoría de los casos plántulas con pan de tierra criadas en el vivero, debido a la seguridad que ofrece este procedimiento, aunque resulta muy costoso, requiere carreteras y caminos para el transporte del material y además ocupa un espacio muy amplio en el vehículo. Muchas veces la falta de suficientes plantas en momentos oportunos y la dificultad de acceso a ciertos lugares que deben ser reforestados para luchar contra la erosión y pérdida de suelos limitan o encarecen el método generalizado de usar plántulas con pan de tierra.

Desde luego, tanto la siembra directa como la plantación por pseudo-estacas* merecen ser consideradas en los programas de reforestación por ser métodos más económicos que la plantación con pan de tierra. En efecto, la siembra directa no requiere gastos de vivero ni transporte de gran cantidad de material inerte; y para la plantación de pseudoestacas, se puede acarrear un número mucho mayor de plantas, si se compara con las plantas provistas de pan de tierra en bolsas plásticas. Así mismo el método de establecimiento de plantaciones por estacas, podría jugar un papel importante ya que permitiría aumentar el rendimiento y lograr mayor uniformidad genética del producto final en un tiempo relativamente más corto que al plantar semillas.

En el presente trabajo, se pretende hacer una evaluación y comparación de cuatro métodos de plantación a saber: 1) la siembra directa, 2) la plantación por estacas, 3) la plantación por pseudoestacas y 4) la plantación de plántulas provistas de pan de tierra criadas en bolsas plásticas. Este trabajo no contempla los aspectos económicos de los diferentes métodos de propagación, sino la facilidad de arraigamiento por los diferentes métodos.

Con esta finalidad, se seleccionaron las siguientes especies de interés comercial: *Bombacopsis quinatum*, *Glicicidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmifolia* y *ilimosa scabrella*. Además de estar disponibles, estas especies se establecen fácilmente y se adaptan a condiciones climáticas variadas. Estas pueden ser utilizadas para leña además de otros usos,

* La pseudoestaca (Stump en inglés), se obtiene de un plantón de vivero, generalmente de 1,20 a 1,80 m de altura y de 1 a 3 cm de diámetro, que se desentierra, y desmocha a unos 2,5 cm hasta 20 cm encima del cuello; también la raíz primaria se recorta dejándolas de unos 20 cm de longitud, y se podan las raíces laterales (76, 101).

tales como: postes para cercas (vivas y otros), material de construcción, etc.

Se tiene antecedente de que *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* son propagadas por los 4 métodos estudiados; en cambio, hay dudas sobre la propagación de *G. ulmiifolia* y *M. scabrella* por estacas y pseudoestacas.

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

Objetivos principales

1. Determinar en el campo el porcentaje de germinación, de sobrevivencia y el crecimiento inicial de 5 especies forestales por siembra directa.
2. Comparar la sobrevivencia y el crecimiento inicial de estas especies al propagarlas por estacas, pseudoestacas, siembra directa y plántulas con pan de tierra.

Objetivos secundarios

1. Probar estas especies por siembra directa con y sin repelente
2. Probar el enraizamiento de estas especies bajo dos tratamientos hormonales y dos substratos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Especies ensayadas

2.1.1 *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand

Distribución natural. Se encuentra a lo largo de la Costa Pacífica de América Central, desde Honduras hacia Panamá, el norte de Colombia y en Venezuela (39).

Requerimientos ecológicos. Su rango altitudinal varía desde el nivel del mar hasta 800 metros con una precipitación anual de 800-2 000 mm y una estación seca de 3 a 7 meses; la temperatura media anual es de 20-27°C (101). Crece en suelos franco-arenosos o arcillosos, neutros o ácidos, con buen drenaje (101).

Establecimiento. Según Quijada y Gutiérrez (83), la especie se reproduce fácilmente por estacas grandes de 2-3 cm de diámetro y 80 cm de largo. Estos autores obtuvieron 56 %, 77,2 % y 92,8 % en un ensayo de enraizamiento por acodos de esta especie en tres sitios de Venezuela (El Irel, Caimital y Bum-Bum). Por su parte, Melchior *et al* (62), realizó la propagación agámica de esta especie por injertos. La especie se reproduce también por pseudoestacas (101); y a partir de plántulas con pan de tierra, criadas en bolsas por medio de semillas.

Usos. La madera es liviana, resistente y fácil de trabajar (39), pero tiene la propiedad de ser higroscópica y siempre parece húmeda (21, 35). Se usa en construcción liviana, en la fabricación de puertas y ventanas (80, 98). Se emplea para muebles y en la confección de toneles (39). En Barranquilla, Colombia, se usa para hacer bateas, huacales, ataúdes, armarzones para techos, cajetillas para fósforos y en la fabricación de cajas y canoas (21, 87). En Venezuela, las pruebas realizadas para pulpa y

papel han dado buenos resultados (90). Finalmente, Dugand (21), reporta que se utiliza como postes vivos por su fácil establecimiento por estacas.

2.1.2 *Glicicidia sepium* (Jacq.) Steud

Distribución natural. La especie es nativa y viene desde México a través de América Central hasta Colombia, Venezuela y Guyana en la parte norte de Sur América (49, 50, 72, 91). Ha sido introducida en las Antillas donde se ha naturalizado (49, 50). Asimismo se ha plantado en el sureste de Florida y en Sur América al Sur de Brasil (50, 61). También se introdujo en África y Asia; se ha naturalizado en Filipinas y muchos otros países (50, 72).

Requerimientos ecológicos. Crece en llanuras y pie de colinas hasta 1 600 metros, pero principalmente debajo de 500 metros (3, 50, 72). La pluviometría requerida va desde 800 mm hasta 3 000 mm y a veces más con 1 a 6 meses o más de estación seca y la temperatura media anual varía de 20-29°C (3, 46, 61, 72, 81). Crece bien en suelos húmedos o secos, pero también en suelos erosionados y dunas. Tolera toda textura y profundidad de suelos, pero no el mal drenaje interno (50, 72).

Establecimiento. La especie es usualmente propagada por estacas grandes, de 2-2,5 metros de largo, especialmente en cercos vivos, cafetales y cacaotales (2, 51, 72). En tierra blanca Guatemala, se obtuvo a los 4 meses, 70 % de sobrevivencia y 70 cm de altura en un ensayo de propagación de esta especie por siembra directa (11). En Hojanca, Costa Rica, se obtuvo a los 7 meses, 94 % de sobrevivencia, 161 centímetros de altura y 26 milímetros de diámetros en un ensayo de siembra directa realizado por el proyecto leña (14). Sin embargo, la regeneración artificial puede hacerse mediante el uso de pseudoestacas y plantas con pan de

tierra (3, 72).

Usos. La madera se usa como combustible, para leña y carbón (3, 50, 61), como durmientes para ferrocarriles, postes de telégrafo, postes de cercos (muertos), aserrío de pequeñas dimensiones, construcciones y artesanía, muebles, mangos de herramientas, utensilios de fincas y pequeños artículos (72, 73, 87). Además, la especie es usada como sombra baja para cultivos agrícolas, particularmente café y cacao, sirve como soporte de ñame, pimienta y otros cultivos (50, 80, 87). Tiene gran potencial para postes vivos, especialmente para cercar cultivos y pastos (46, 72). En Puerto Rico, es común encontrarla a lo largo de las carreteras, en cercas y como ornamentales (49). Otra característica de la especie es que se usa para controlar la erosión, para mejorar suelos empobrecidos, para colonizar terrenos abandonados y para reforestar tierras degradadas, y como rompevientos y rompefuegos (50, 72, 81). Las hojas sirven como forraje para el ganado vacuno, así como abono verde, especialmente, por ser un árbol fijador de nitrógeno de aire a través de nódulos en las raíces (46, 81). Las flores se utilizan para la alimentación humana y en El Salvador, se comen las flores fritas (80). Las hojas se aplican como remedios en emplastos para granos y erisipelas; la infusión de las hojas es excelente como expectorante y una ramita metida entre la copa del sombrero libra de la insolación (80).

2.1.3 *Gmelina arborea* Roxb.

Distribución natural. La especie tiene una área natural muy amplia, ya que se extiende desde el Río Chenab al oeste de Pakistán, hacia el este sobre una parte importante de la India, Nepal, Sikkim, Assam,

Bangladesh, Sri Lanka, todo Birmania hasta Tailandia, Laos, Cambodia, Vietnam y las provincias meridionales de China (Yunnan y Kwangsi Chuang) (5, 19). Ha sido introducido en muchos países tropicales; en Africa, se encuentra en plantaciones experimentales e industriales, principalmente en Nigeria, Sierra Leone, Costa de Marfil, Mali, Gambia, Dahomey, Senegal, República Centro Africana, Alto Volta, Gabón, Camerún, Congo, Malawi, Zambia y Zimbabwe (5). En América, sobre todo en Brasil, *G. arborea* ha sido plantada (alrededor de 60 000 ha en Jari, Pará, al oeste de Belém), pero existen plantaciones de importancia en Venezuela, Belice, Cuba y Costa Rica (5).

Requerimientos ecológicos. Crece usualmente entre 0 y 900 metros de altitud, pero se puede encontrar hasta 1 500 metros (50). En su área de distribución, las precipitaciones anuales varían desde 760 mm hasta más de 4 600 mm y la temperatura promedio anual varía entre 21 y 28°C (5, 10). Se trata de regiones que usualmente tienen 6 a 7 meses secos (72). Sobrevive bien en la mayoría de los suelos, pero es muy sensible a la presencia o ausencia de nutrientes en el suelo (43) y para llegar a grandes dimensiones, necesita un suelo profundo, húmedo y sin obstáculos (5, 19, 66, 79). La aplicación de fertilizantes comerciales después de la plantación, mejoró la sobrevivencia y el crecimiento en altura y en diámetro (1, 66).

Establecimiento. Es una especie intolerante y la regeneración natural se observa principalmente en lugares abiertos y es abundante en los bordes de ciertas plantaciones establecidas en suelos pobres (5). Se ha obtenido éxito con la siembra directa en varios países. Los mejores resultados se obtienen en sitios desbrozados y limpios por el fuego, usando 2 ó 3 semillas frescas por hoyos (43). Douay (19), realizó una siembra directa de 4 ó 5 semillas por hoyos distanciados de 2 m, obteniendo al final de la estación lluviosa plantas de 3,50 metros de altura. En otro ensayo en

Birmania, realizado por el mismo autor, una siembra directa al voleo, a la densidad de 50 kg por hectárea, dio plantas de 2,50 metros de altura, después de 6 meses de estación lluviosa. Sin embargo, las pseudoestacas son más utilizadas en los sitios húmedos que convienen para la *Gmelina* (5). En las zonas más secas, se usan plantas criadas en bolsas de polietileno (u otras) (5, 50). En Sierra Leone, se utilizaron con éxito, estacas en plantaciones de tipo taungya. En la India, Rao (86) encontró buen arraigamiento de estacas grandes de 2 metros de largo, durante la estación lluviosa.

Usos. La madera es bastante liviana pero firme y tiene múltiples aplicaciones. Se usa para pulpa y papel, paneles a base de partículas, paneles de puertas, tableros, enchapado y contraenchapado (5, 18). En Sierra Leone, se emplea mucho para las partes laterales o posteriores de las gavetas, armarios, archivadores y para muebles de cocina, debido a su facilidad de trabajo y su estabilidad (43). La madera se utiliza también como postes, puntales para mina, en construcciones de vivienda, campanilla para el ganado, cubiertas de barcos, tambores, canoas, para leña y en la carpintería (43). En Nigeria, se cultiva para madera de minería en rotación de 8 años; y recientemente para la fabricación de palillos de fósforos (20, 43). En Belice, se utilizó en la fabricación de cajas de cítricos (50). El árbol se emplea como ornamental y sombra a lo largo de las calles (50). Las flores son fuentes de miel de buena calidad; las raíces, la corteza, los frutos y la savia de hojas jóvenes han servido en algunos medicamentos; los frutos sirven para la alimentación de venados y puercos y las hojas pueden ser cosechadas como forraje (50, 61).

2.1.4 *Guazuma ulmifolia* Lam

Distribución natural. La especie se extiende en América Tropical, del Sur de México hasta Perú, el Norte de Argentina, Paraguay y Brasil (49, 50, 61, 72). Se encuentra también en las Antillas a excepción de Jamaica (50, 61, 72).

Requerimientos ecológicos. La especie es característica de zonas semiáridas o tropicales húmedas estacionales, su rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta 1 200 metros (72). Crece mejor donde la pluviometría anual es de 700-1 500 mm con 4 a 7 meses de estación seca y una temperatura promedio de 20-28°C (50, 61, 72). Requiere suelos bien drenados (50).

Establecimiento. Las semillas se dispersan por la gravedad, las aves, el ganado y el agua y la regeneración natural es abundante en áreas abiertas (96). La regeneración artificial se hace en bolsas preparadas durante 6 meses cuando las plántulas tienen de 25-30 cm de altura y también con plántulas a raíz desnuda (72). No hay datos sobre su propagación por siembra directa. También existen dudas en cuanto a su propagación por estacas y pseudoestacas (3).

Usos. La madera es un combustible excelente, muy solicitada para leña y carbón (61). En la época colonial, era la fuente principal de carbón para polvo de fusil y ha sido usado para hacer pólvora en Puerto Rico y Guatemala (50). Es todavía explotado para leña y carbón en las Antillas (55). Se utiliza en carpintería general, construcción interior, muebles, cajas, jaulas, herramientas manuales, cajas de fusiles y como postes (50, 87). El follaje es ramoneado por los caballos y las vacas, especialmente en períodos secos; las flores atraen a las abejas y son una fuente de miel de buena calidad (72). Los frutos son muy buscados por el ganado vacuno,

nutren también a los cerdos y son comestibles; los indios nativos toman a menudo una bebida al machacarlos en agua (80). La madera tiene muchos usos en aserrío y se fabrican cuerdas con la corteza tenaz y con los tallos jóvenes (50, 87). La corteza se emplea para curar la malaria y las afecciones cutáneas y se reporta que el mucílago de la corteza es excelente remedio para las insolaciones (80, 91). El mucílago se utiliza también para clarificar la caña en industrias caseras (80). Los árboles sirven como sombra en pastos y se encuentran a lo largo de las calles de las ciudades y en cercos (50, 72).

2.1.5 *Mimosa scabrella* Benth.

Distribución natural. Esta especie es nativa de la región sureste de Brasil, donde se conoce como bracatinga. Se extiende en la planicie de Paraná, Santa Catarina y el extremo noroeste de Río Grande do Sul (39, 89, 92). En años recientes, se han establecido ensayos en parcelas pequeñas en Portugal, Zaire, Senegal, Etiopía, España, Guatemala, Venezuela, El Salvador, Colombia, Argentina, México y Jamaica (72). También existen ensayos en Costa Rica (14).

Requerimientos ecológicos. Se desarrolla en las llanuras subtropicales frías de Brasil, pero puede crecer en áreas secas y calientes (61). Su rango altitudinal en Brasil va desde cerca del nivel del mar en el sur hasta 1500 metros o algo más en el estado de Sao Paulo (72, 92). En Guatemala donde fue introducida, florece a 2 400 metros (72). En las regiones de su ocurrencia, la pluviometría va desde 1 100 hasta 3 500 mm y la temperatura media anual va desde 12°C hasta 18°C, con presencia de heladas ocasionales (92). La especie crece satisfactoriamente en varios tipos de suelos bien drenados, pero los suelos húmedos impiden su crecimiento

(72, 85, 93).

Establecimiento. La especie es fácilmente establecida por siembra directa o a través de plántulas criadas en bolsas en vivero (72, 89). Para la siembra directa se necesita una cantidad apreciable de semillas y así garantizar la germinación, y el control de la vegetación invasora eliminando los problemas de competencia (94). En San Ramón, Costa Rica, se ha ensayado la plantación por pseudoestacas sin éxito y la plantación a raíz desnuda con 84 % de sobrevivencia, 60 cm de altura y 4 mm de diámetro basal a los 6 meses (14).

Usos. Provee materia prima para la fabricación de chapas de aglomerados o como fuente energética (4). La madera es un excelente combustible y algunas plantaciones han sido cosechadas en rotaciones cortas de 3 años (72). Antes de la locomotora a diesel, se usó la madera como combustible de ferrocarril en Brasil (72). En vista del crecimiento rápido de esta especie, su uso en reforestación, puede ser considerada como una alternativa de abastecimiento de energía para secar granos o semillas agrícolas, también como abastecimiento de leña, para atender a las necesidades tanto rurales como urbanas (47). La especie es bastante buena para fabricar papel de imprenta y de escribir (4, 31, 50). Además el árbol se planta como ornamental en avenidas, se emplea para postes vivos y como sombra de café (50, 61, 72). Se usa como abono verde, para producción de humus y enriquecimiento del suelo por ser un árbol fijador de nitrógeno del aire a través de nódulos en las raíces (65, 85, 88, 93, 94).

2.2 Métodos de propagación

2.2.1 Propagación por estacas

Las estacas son partes vegetativas cortadas de una planta madre,

con fines de propagación (100). Pueden tomarse de un tallo, de una raíz o una hoja y se denominan estacas de tallo, de raíz o de hoja respectivamente (34); pero las estacas de tallo son las más usadas en silvicultura; los otros tipos tienen especialmente aplicaciones hortícolas (15). Según Parry (77), la mayoría de las especies forestales, incluso las coníferas, pueden propagarse por estacas; sin embargo, este procedimiento se emplea sobre todo con las especies que prenden fácilmente con estacas grandes de 1,80 a 2,50 metros de longitud y que no requieren equipo especial. Las estacas grandes, de 2 metros de largo y 6 cm o más de diámetro son más utilizados como postes vivos, donde su función principal es de fijar alambres, además de producir leña, otros postes para cerca y biomasa a través de podas; las estacas pequeñas, de 0,3 a 0,5 metros de largo y 1-2 cm de diámetro, sirven para la formación de barreras vivas para el control de la erosión en laderas y la recuperación de tierras degradadas (2).

Ventajas de la plantación por estacas en comparación con la plantación de plantas provenientes de semillas.

1. Este método tiene aplicación en los programas de mejoramiento genético de los árboles forestales, ya que transfieren las mismas características genéticas de los árboles padres (103).
2. La plantación de estacas directamente en el campo son un medio relativamente barato y sencillo para lograr nuevos árboles (15).
3. Es más económico transportar estacas que plantas con pan de tierra.
4. Las estacas florecen y fructifican antes que las plantas provenientes de semillas.
5. Las estacas producen plantaciones más homogéneas en cuanto a altura y diámetro (13).

* Ver figura 6A

Desventajas de la plantación por estacas en comparación con la plantación de plantas provenientes de semillas.

1. Según Cozzo (15), las plantas establecidas por estacas de tallo traducen una tendencia a la producción de un sistema radicular superficial, contrariamente de lo que sucede con las plantas nacidas de semillas cuya raíz pivotante penetra más profundamente el suelo. Brandi (6), trabajando con *Pinus radiata*, observó también un sistema radical superficial en todas las estacas enraizadas. Sin embargo, algunos autores encontraron resultados contradictorios. Tal es el caso de Martín y Quillet (56, 57, 58), que observaron un sistema radicular superficial sobre *Eucalyptus tereticornis*; pero con *Eucalyptus platyphylla*, observaron también raíces pivotantes además de las numerosas raíces superficiales. Por su parte, Enright (22), observó un mejor sistema radicular en plantas de *Picea abies* y *Pinus strobus*, nacidas a partir de estacas que en las nacidas a partir de semillas.

2. Según Cozzo (15), los bosques establecidos por estacas exigen suelos ricos en nutrientes en las primeras capas, ya que las raíces no pueden explorar los horizontes profundos del perfil edáfico; por lo tanto las capas superficiales se agotan con rapidez porque no hay bombeo de nutrimentos de las capas más profundas a las capas superficiales.

3. Una mayor edad del árbol madre puede ocasionar una disminución de la tasa de crecimiento de las estacas plantadas (13).

4. La disminución de la variación genética puede aumentar el riesgo de insectos y enfermedades, al reducir el capital de genes susceptibles de producir resistencia por selección natural (13).

5. Debido a la poca cantidad de estacas apropiadas a partir de una planta madre, es indispensable instalar un estaquero para obtener estacas en

gran cantidad (15).

Factores que intervienen en la propagación por estacas

1. Edad del árbol madre. La edad del árbol madre es uno de los factores que afecta mucho la capacidad de enraizamiento de las estacas. Varios investigadores encontraron que los árboles jóvenes tenían más capacidad de enraizamiento que los árboles viejos. En el Cuadro 1, se presentan algunos resultados obtenidos, al comparar diferentes edades para varias especies.

Como lo indica el Cuadro 1, la capacidad de enraizamiento decrece con una mayor edad del árbol madre, excepto para *Cupressus cashmérica*. Sin embargo, no está bien definida para las diferentes especies, la edad máxima para enraizar. Tal es el caso de *Eucalyptus deglupta* que mostró un 1 % de enraizamiento a 27 meses, mientras que a los 40 meses mostró 39 % de enraizamiento. Además algunas especies pueden conservar su capacidad de enraizamiento por más largo tiempo que otras. Así *E. deglupta* y *E. tereticornis* perdieron totalmente su capacidad de enraizar a los cuatro años, mientras que *Toona ciliata* mostró 40 % de enraizamiento a los 4 años y *Fraxinifolius americana* mostró 55 % a los doce años. De lo anterior, se puede deducir que, a pesar de que ciertas especies más fáciles de enraizar conservan por más tiempo su capacidad de enraizamiento, las estacas tomadas de árboles madres jóvenes enraizan mejor que las tomadas de árboles madres viejos para una especie determinada.

2. Tamaño de las estacas.

El tamaño de las estacas (largo y diámetro) es otro factor que puede influir en el proceso de enraizamiento. Algunos investigadores han afirmado que las estacas de mayor tamaño enraizan mejor que las de menor tamaño para ciertas especies (2, 62), pero existen algunas excepciones.

Cuadro 1. Porcentaje de enraizamiento obtenido, utilizando árboles madres de diferentes edades.

Especies	Edad del árbol madre	Porcentaje de enraizamiento	Autor
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	6 años	0	(30)
<i>A. fraxinifolius</i>	7 años	7	(107)
<i>Bombacopsis quinatum</i>	7 semanas	99	(62)
<i>Cordia alliodora</i>	18 meses	14	(99)
<i>C. alliodora</i>	4-5 años	0	(99)
<i>Cryptomeria japonica</i>	4 meses y medio	60	(42)
<i>C. japonica</i>	2 años	40	(42)
<i>Cupressus cashmiriana</i>	4 meses y medio	5	(42)
<i>C. cashmiriana</i>	2 años	95	(42)
<i>Eucalyptus deglupta</i>	3 meses	100	(41, 97)
<i>E. deglupta</i>	6 meses	95	(17, 41)
<i>E. deglupta</i>	8 meses	75	(97)
<i>E. deglupta</i>	12 meses	0	(41)
<i>E. deglupta</i>	15 meses	32	(97)
<i>E. deglupta</i>	27 meses	1	(97)
<i>E. deglupta</i>	40 meses	39	(97)
<i>E. deglupta</i>	4 años	0	(97)
<i>E. deglupta</i>	5-20 años	0	(17)
<i>E. tereticornis</i>	14 meses	5	(56)
<i>E. tereticornis</i>	4 años	0	(56)
<i>Erythrina poeppigiana</i>	5 años	24	(99)
<i>Fraxinifolius americana</i>	12 años	55	(99)
<i>Glicicidia sepium</i>	11 años	20	(99)
<i>Tabebuia rosea</i>	10 años	16	(107)
<i>Toona ciliata</i>	4 años	40	(107)

Los resultados obtenidos por varios investigadores, al comparar diferentes tamaños, se presentan a continuación.

Cuadro 2. Porcentaje de enraizamiento para tamaños diferentes de estacas de algunas especies forestales.

Especies	Largo	Diámetro	Porcentaje de enraizamiento	Autor
<i>Bombacopsis quinatum</i>	15-30 cm	< 3 cm	99	(63)
<i>B. quinatum</i>	80 cm	<10 cm	14	(64)
<i>B. quinatum</i>	80 cm	>10 cm	94	(64)
<i>Gliricidia sepium</i>	30 cm	1-2 cm	20	(99)
<i>G. sepium</i>	50 cm	3-6 cm	5,9	(2)
<i>G. sepium</i>	2 m	3-8 cm	78	(2)
<i>G. sepium</i>	2,50 m	3-6 cm	5	(51)
<i>G. sepium</i>	2,50 m	6-12 cm	25	(51)
<i>Gmelina arborea</i>	15 cm	0,5-2 cm	0,6	(30)

Como lo indica el Cuadro 2, si los otros factores varían el largo de las estacas no influyó sobre el porcentaje de enraizamiento. Con *B. quinatum* se obtuvo porcentaje de enraizamiento relativamente alto tanto para las estacas de 15-30 cm como para las 80 cm de largo. Lo mismo ocurrió con *G. sepium* que presentó un porcentaje de enraizamiento bajo tanto para

las estacas de 30 cm como para las de 2,50 metros de largo, sin embargo, Baggio (2), encontró mejor enraizamiento para las estacas de 2 metros que para las de 50 cm, con *G. sepium*. Tampoco el diámetro influyó el porcentaje de enraizamiento en todos los casos. Con *B. quinatum*, Melchior (64), obtuvo mejor enraizamiento para las estacas con diámetro mayor de 10 cm que para las de diámetro menor de 10 cm. Sin embargo, en otro ensayo, el mismo Melchior (64), obtuvo porcentaje de enraizamiento más alto con las estacas de diámetro menor de 3 cm. También, Lozano (51), encontró mejor enraizamiento con estacas de 6-12 cm de diámetro que con las de 3-6 cm de diámetro, sin embargo los resultados que obtuvo con las estacas de 6-12 cm fueron inferiores a los resultados de Baggio (2) para diámetro de 3-8 cm de esta misma especie.

Así pues, no existe todavía un común acuerdo sobre si influye o no el largo y diámetro de las estacas, debido a los resultados contradictorios obtenidos por los investigadores. Posiblemente otros factores, tal es como la edad del árbol madre y la posición de la estaca en el progenitor, pueden interactuar con el largo y diámetro de las estacas.

3. Posición de las estacas en el árbol madre.

Los estudios realizados por varios investigadores han indicado la influencia que puede tener la posición de las estacas en el árbol madre sobre el enraizamiento. Algunos resultados obtenidos se presentan en el Cuadro

3.

Como lo indica el Cuadro 3, la parte de la planta madre que tiene el mayor potencial de enraizamiento, puede variar con las diferentes especies. También la edad del árbol madre puede influenciar la capacidad de enraizamiento de las diferentes partes.

Cuadro 3. Porcentaje de enraizamiento de estacas tomadas de partes diferentes en el árbol madre.

Especies	Posición en el árbol madre	Porcentaje de enraizamiento	Autor
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Terminal	15	(60)
	Intermedia	90	(60)
	Basal	90	(60)
<i>E. deglupta</i> (8 meses)	Terminal	75	(97)
	Intermedia	62	(97)
	Basal	66	(97)
<i>E. deglupta</i> (15 meses)	Terminal	33	(97)
	Intermedia	38	(97)
	Basal	25	(97)
<i>E. deglupta</i> (40 meses)	Terminal	67	(97)
	Intermedia	42	(97)
	Basal	8	(97)
<i>E. platyphylla</i>	Terminal	33	(60)
	Intermedia	56	(60)
<i>E. platyphylla</i> x <i>tereticornis</i>	Terminal	12	(60)
	Intermedia	88	(60)
	Basal	88	(60)
<i>E. tereticornis</i>	Terminal	100	(58)
	Intermedia	88	(58)
<i>Terminalia superba</i>	Terminal	67	(60)
	Intermedia	100	(60)

4. Importancia de las hojas

La presencia de hojas en las estacas puede ocasionar la desecación de la estaca y por lo tanto su muerte; sin embargo, por las hormonas que sintetizan, las hojas pueden también contribuir a la formación de raíces. En el Cuadro 4, se presentan algunos estudios relativos a la importancia de las hojas sobre el enraizamiento.

Los resultados presentados en el Cuadro 4, revelan la superioridad de las estacas provistas de hojas sobre las estacas cuyas hojas han sido eliminadas. Sin embargo, los resultados no concuerdan, tratándose del número de hojas. El número ideal de hojas depende probablemente de cada especie y también de las condiciones ambientales tales como la humedad relativa, la temperatura y las condiciones de riego.

5. Tipo de corte en el ápice y en la base

Según Martín y Quillet (58), no es necesario practicar cortes en la base de las estacas, ya que las raíces se producen por encima de la base. También Wright (104), mencionó que no hay relación entre el tipo de corte y la capacidad de enraizamiento. Por su parte, Cozzo (15), recomendó el corte en bisel o redondeado en la base de las estacas para facilitar su entierre y el corte horizontal en el ápice. Sin embargo, Baggio (2), reveló la predominancia del corte en bisel en el ápice y redondeado en la base en varias regiones de Costa Rica. Según como lo informaron los campesinos, el corte en bisel evita la acumulación del agua y la consecuente pudrición a partir de la punta, y el corte redondeado favorece una mayor superficie de enraizamiento.

De todo lo anterior, se puede deducir que el tipo de corte no es tan importante como sí lo son la edad del árbol madre y la posición de la estaca en el progenitor.

Cuadro 4. Importancia de las hojas en el enraizamiento

Especies	N° de hojas/ estacas	Porcentaje de enraizamiento	Autor
<i>Bombacopsis quinatum</i>	4 hojas	100	(63)
	3 hojas	98	(63)
<i>Eucalyptus deglupta</i>	2 ó 4 hojas enteras o seccionadas	100	(59)
	Sin hojas	0	(59)
<i>E. platyphylla</i>	4 hojas enteras	50	(59)
	4 hojas seccionadas	38	(59)
	2 hojas enteras	62	(59)
	2 hojas seccionadas	25	(59)
	sin hojas	0	(59)
<i>Terminalia superba</i>	4 hojas enteras	75	(59)
<i>Terminalia superba</i>	4 hojas seccionadas	100	(59)
<i>Terminalia superba</i>	2 hojas enteras	62	(59)
<i>Terminalia superba</i>	2 hojas seccionadas	88	(59)
<i>Terminalia superba</i>	sin hojas	0	(59)

Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales juegan también un papel importante en el proceso de enraizamiento de las estacas.

1. Medio de enraizamiento

Según Nierstaedt *et al.* (74), no hay un medio estándar que de mejores resultados con todas las especies; para cada especie, existe un medio óptimo, dependiendo del tipo de estacas, de las condiciones de propagación y del tipo de raíces deseables. Por su parte, Hartmann (34), indica que el medio ideal sería aquel que permite buena aireación, que tiene gran capacidad de retención de agua y que se drena bien. Desde luego, el sustrato debe estar libre de microorganismos. Las estacas de algunas especies de fácil arraigue pueden producir raíces, al poner sus bases en agua, pero este medio tiene como desventaja la falta de aireación. La arena es el medio de enraice más ampliamente utilizado, porque es relativamente barato y fácilmente disponible. Sin embargo, no retiene humedad, necesitando por lo tanto, riego más frecuente. De todas maneras, se prefiere un suelo arenoso bien aireado a un suelo arcilloso pesado. En el Cuadro 5, se presentan algunos resultados obtenidos con varios sustratos.

Martín y Quillet (58, 60), encontraron mejor enraizamiento en arena que en tierra para *E. platyphylla* y *E. tereticornis*. Sin embargo, Melchior (63), no encontró diferencia significativa en cuanto al sustrato. De todo esto, surge la necesidad de investigar el medio más conveniente para cada especie y bajo diferentes condiciones de vivero.

Cuadro 5. Influencia del substrato sobre el enraizamiento

Especies	Substrato	Porcentaje de enraizamiento	Autor
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Granzón de cuarzo	100	(63)
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Tierra comercial	99	(63)
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Mezcla	99	(63)
<i>Eucalyptus platyphylla</i>	Arena gruesa	37	(60)
<i>Eucalyptus platyphylla</i>	Tierra húmifera	65	(60)
<i>E. tereticornis</i>	Arena gruesa	88	(58)
<i>E. tereticornis</i>	Tierra arenosa	12	(58)
<i>E. tereticornis</i>	Tierra húmifera	25	(58)

2. Humedad

Según Momose (69), las buenas condiciones físicas de humedad son importantes para el éxito de la propagación por estacas. Por su parte, Martín y Quillet (58), revelaron que la atmósfera rodeando la parte aérea de las estacas debe contener 100 % de humedad para reducir al máximo las pérdidas de agua por evapo-transpiración. También el substrato requiere humedad adecuada para asegurar una turgencia permanente de las estacas (58; 104).

3. Temperatura

Martín y Quillet (58), indican una temperatura óptima entre 25 y 30°C para *Eucalyptus platyphylla*, *E. tereticornis* y *Terminalia superba*. Estos autores añaden que se debe calentar el substrato cuando la temperatura es menos de 25°C. Por su parte, Cornu (13) manifiesta que las estacas de *Dacrydium cupressinum* son tolerantes a temperaturas superiores a 30°C y enraizan con éxito, aún bajo estas condiciones. Sin embargo, Hartmann y Kester (34), notan que una temperatura del aire excesivamente alta debe ser evitada, debido a que tienden a promover el desarrollo adelantado de las yemas en relación con las raíces y a incrementar la pérdida de agua por las hojas. En breve se puede asumir que una temperatura apropiada, para cada especie, es una de las condiciones esenciales para el éxito en el enraizamiento de estacas.

4. Luminosidad

El efecto de la luz sobre el enraizamiento puede variar con las especies. Giordano citado por Vargas (97), recomienda una sombra parcial en vez de una luz fuerte para *Eucalyptus camaldulensis*. Martín y Quillet (58), estiman una iluminación máxima a las estacas de manera que se asegure mejor la fotosíntesis. Con *Eucalyptus platyphylla*, encontraron 60 % para las estacas plantadas bajo luz contra 45 % para las plantadas bajo sombra. Así pues, el efecto de la luz sobre la formación de las raíces en las estacas, puede variar de acuerdo con la especie.

Acciones de las hormonas vegetales

El tratamiento por las hormonas vegetales (ácido indolacético, ácido naftalenacético, ácido indolbutírico y ácido 2,4 dichlorophenoxyacético y sus sales) se traduce generalmente por el aumento de la velocidad

y del porcentaje de enraizamiento de las especies capaces de enraizar sin la ayuda de productos químicos (104). Pero, no siempre los tratamientos hormonales han revelado superioridad a los tratamientos sin hormonas. Los resultados presentados en el Cuadro 6 hacen resaltar la influencia de las hormonas vegetales en el enraizamiento.

Aunque las hormonas pueden mejorar en ciertas especies el proceso de enraizamiento, la formación de raíces puede estar más relacionada a ciertos factores inherentes de las especies.

2.2.2 Propagación por pseudoestacas

La pseudoestaca* se obtiene de un brinjal o plantón de vivero cuya edad varía desde unos cuatro meses hasta aproximadamente dos años. Consta de una porción de tallo y raíz. El tallo es generalmente cortado para dejar 2,5 hasta 15 cm de largo encima del cuello, mientras que la raíz principal es podada a 15-20 cm del cuello, eliminándose las raíces secundarias.

Ventajas de la plantación de pseudoestacas en comparación con las plántulas con pan de tierra

1. Se reducen las pérdidas por transpiración (102)
2. Las pseudoestacas son fáciles de transportar (23, 45).
3. No se necesita preparación elaborada del suelo
4. No se requieren hoyos amplios para plantarlas, lo que significa ahorro en el trabajo de campo (45).

* Ver figura 7A.

Cuadro 6. Influencia de las hormonas vegetales sobre el enraizamiento de estacas de diversas especies.

Especies	Tratamiento hormonal	% de enraizamiento	Autor
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Seradix B ₁	100	(63)
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Sin hormona	98	(63)
<i>Gliricidia sepium</i>	Seradix B ₁	38	(51)
<i>Gliricidia sepium</i>	Sin hormona	60	(51)
<i>Gmelina arborea</i>	Sin AIB	20	(105)
<i>Gmelina arborea</i>	100 ppm AIB	10	(105)
<i>Gmelina arborea</i>	20000 ppm AIB	0	(30)
<i>Gmelina arborea</i>	4000 ppm AIB	1,7	(30)
<i>Gmelina arborea</i>	Sin hormona	0	(30)
<i>Populus tremuloides</i>	20 ppm AIB	94	(24)
<i>Populus tremuloides</i>	Sin hormona	87	(24)
<i>P. grandidentata</i>	20 ppm AIB	60	(24)
<i>P. grandidentata</i>	Sin hormona	37	(24)
<i>Toona sureni</i>	Con AIB	20	(67)
<i>Toona sureni</i>	Sin hormona	10	(67)

5. Se pueden usar plantas que han pasado mucho tiempo en el vivero y que han adquirido un tamaño bastante grande, para ser plantadas con pan de tierra (77).
6. Hay mayor resistencia contra daños durante el transporte y la plantación (102).
7. El plantador puede cargar más material y plantar las pseudoestacas más rápido que las plántulas con pan de tierra.

Desventajas de las pseudoestacas en comparación con las plántulas con pan de tierra.

1. El costo de arranque y de preparación
2. El costo de producción puede ser elevado para las especies que necesitan pasar mucho tiempo en el vivero (77).
3. Algunas especies, tales como *Terminalia ivorensis* y *T. superba* no soportan la sequía en el momento de la plantación (77).

Factores que afectan la regeneración por pseudoestacas

1. Largo de la pseudoestaca

Weidelt (102), indica que la porción de tallo retenido no tiene efecto sobre el crecimiento, pero que las pseudoestacas largas tienden a producir más de un tallo, lo que puede ocasionar la pudrición y consecuente muerte de una parte. Con *Shorea robusta*, se puede utilizar con éxito pseudoestacas de 15 a 20 cm de raíz, mientras que la longitud ideal de las raíces de *Bombax malabaricum* es de 50 a 60 cm (77). Groome y Less (33), obtuvieron 78 % de sobrevivencia, con pseudoestacas de *Pterocarpus angolensis*, de 5 cm de tallo y 22 cm de raíz contra 74 % de sobrevivencia para las pseudoestacas de 90 a 120 cm de tallo y 60 cm de raíz. En el CATIE, los investigadores (9, 25, 53, 70), han obtenido resultados que van desde 75 % hasta 100 % con pseudoestacas de 12 a 22 cm

de tallo y 15 a 22 cm de raíz.

2. Diámetro de las pseudoestacas

El diámetro para ciertas especies, es un factor determinante en el arraigamiento de las pseudoestacas. Para *Chlorophora excelsa* así como para las Meliaceae, Parry (77), recomendó diámetros mayores de 2,5 cm. En ensayos realizados en la India, se encontró que el diámetro óptimo para *Cedrela toona* era de 1,5 cm (28, 29). Sin embargo, con *Bombax malabaricum* y *Dalbergia latifolia*, no se hallaron diferencias significativas con respecto a la sobrevivencia, entre diferentes clases de diámetros (1, 1,3 y 1,5 cm) usadas (29).

3. Época de plantación

La época de plantación puede influenciar grandemente la sobrevivencia y el incremento en altura de las pseudoestacas. Zamora y Agpaoa (106), obtuvieron los siguientes resultados con material de diferentes edades de *G. arborea* (Cuadro 7).

Como indica el Cuadro 7, las plantaciones realizadas durante los meses de mayo a agosto dieron los mejores porcentajes de sobrevivencia, mientras que la plantación en el mes de setiembre dio el mayor porcentaje de mortalidad. El incremento en altura fue influenciado por la época de plantación (Cuadro 8). Los meses de mayo y junio fueron los que dieron los mejores incrementos en altura. En Turrialba, plantando pseudoestacas en dos épocas (mi - abril y mi - julio), Cañadas (9), encontró 89 % de sobrevivencia con *Cordia alliodora* durante la primera época y 87 % durante la segunda época, resultados no muy diferentes; sin embargo, con *Swietenia humilis* indicó mayor diferencia entre las dos épocas, ya que obtuvo 78 % durante la primera época y 87 % durante la segunda.

Cuadro 7. Porcentaje de sobrevivencia de pseudoestacas de *G. arborea*, un año después de la plantación.

Edad a la plantación	Epoca de plantación					Promedio
	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	
6 meses	98	97	100	97	53	89
7 meses	97	95	95	93	90	94
8 meses	98	98	95	95	93	96
9 meses	100	98	97	97	93	97
10 meses	95	93	100	92	97	96
11 meses	98	90	90	87	90	91
Promedio	98	95	96	94	86	

Cuadro 8. Incremento en altura de pseudoestacas de *G. arborea*, un año después de la plantación (cm).

Edad a la plantación	Epoca de plantación					Promedio
	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	
6 meses	70	81	59	66	41	63
7 meses	90	73	94	60	54	74
8 meses	111	91	60	50	54	73
9 meses	101	88	65	60	90	81
10 meses	66	104	72	57	64	73
11 meses	74	90	66	53	71	71
Promedio	85	88	69	58	62	

Los resultados encontrados por Cañadas (9), revelaron la influencia de la época de plantación sobre la sobrevivencia de las pseudoestacas, la mejor época puede variar con las diferentes especies. Por su parte, Jacalne (40), no obtuvo gran diferencia con *Swietenia macrophylla*, cuando plantó al principio o a mediados del período lluvioso (45 % y 49 % de sobrevivencia respectivamente); sin embargo, la diferencia obtenida cuando se planta al final de las lluvias es más notable (38 % de sobrevivencia).

2.2.3 Propagación por siembra directa

En América Latina, se dan pocos ejemplos de implantación de bosques industriales mediante la siembra directa, pero este procedimiento era más común, en los países de América del Norte y Europa para muchas de sus especies nativas (15).

En Estados Unidos, las siembras con *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* son comunes (15). En Chile, se realizaron ensayos de siembra directa aérea de *Pinus radiata* con buenos resultados (15). También, se han reforestado unos 50 000 hectáreas en Brasil y en Argentina, mediante la siembra directa de *Araucaria angustifolia* y *Gmelina arborea* (15, 76). Actualmente la siembra directa ha sido desplazada por la plantación de materiales de vivero; sin embargo, debido a las ventajas que presenta, este método puede ser usado aún con ciertas especies, cuando las condiciones lo permiten.

Ventajas de la siembra directa en comparación con la plantación de plántulas con pan de tierra.

1. Para la siembra directa, no se necesita la instalación de vivero.
2. El choque del trasplante es evitado (102).
3. La siembra directa hace posible que se desarrollen naturalmente las

- raíces de los árboles (95).
4. Se gasta poco tiempo en el plantío (84)
 5. La única etapa que exige alguna actividad preliminar es la recolección, tratamiento y conservación de las semillas.
 6. La siembra directa no implica ningún riesgo de introducir enfermedades del vivero al monte (32).
 7. Cuando una siembra directa fracasa, se resiembra inmediatamente, cosa factible ya que por lo general se dispone de semillas de reserva (95).
 8. Bajo condiciones altamente favorables, es probable que las nuevas masas puedan ser establecidas de un modo más barato por siembra directa que por plantación. En Louisiana, T. L. James y Company (54), sembró con éxito por la mitad del costo de una plantación y con un desembolso de cerca del 25 % del capital necesitado para la plantación. Además la fuerza de trabajo era sustancialmente más pequeña y los problemas de adiestramiento y supervisión más sencillos.
 9. En los sitios donde tiene éxito, la siembra directa por avión puede ser más barata que los métodos convencionales de plantación. En 1980, el costo de plantación manual fue de 200-300 dólares por ha en Nueva Zelanda, mientras que fue solamente de 20-30 dólares por hectárea con la siembra directa aérea para bosques de protección (71).
 10. Con la siembra directa aérea, se puede reforestar mucho más rápidamente áreas grandes, aún remotas, cuando las condiciones para una rápida germinación y sobrevivencia son convenientes (71).

Desventajas de la siembra directa en comparación con la plantación de plántulas con pan de tierra.

1. La baja sobrevivencia de las plántulas, si las condiciones climáticas

no son favorables, ya que no pueden ser regadas como en el vivero (95).

2. El éxito depende en gran parte del tiempo favorable durante el año que sigue la plantación (38, 77, 82).
3. Muchas de las semillas y plántulas jóvenes pueden ser víctimas de roedores, pájaros e insectos contra los cuales es más fácil proteger en el vivero.
4. A veces los costos totales de establecimiento son más altos para la siembra directa que para la plantación, por los altos grados de deshierbe.
5. Las masas establecidas por siembra directa (al voleo) estarán fácilmente superpobladas en algunos sitios y subpobladas en otros (15, 68).

Factores que intervienen en el éxito de la siembra directa

1. Calidad de la semilla. Se deben emplear solamente semillas de la mejor calidad para la siembra directa, y se dejarán las que se han debilitado por un largo almacenamiento, para el uso en vivero (94).
2. Época de siembra. La época de siembra tiene gran importancia sobre el éxito de la siembra directa. Ledgard (44), encontró más éxito al sembrar *Pinus mugo* directamente en el campo durante la primavera que durante el otoño. Por lo general, es más recomendable sembrar al principio de la estación lluviosa.
3. Preparación del suelo. La preparación del suelo se revela esencial al éxito de la siembra directa (95). En ciertos casos, la quema, el rastreo y el subsuelaje son recomendables.
4. Cubierta de vegetación. Una cubierta de vegetación alta, si no es demasiado densa, es ventajosa para la siembra directa. La sombra es útil porque protege la superficie del suelo, evitando variaciones

rápidas en su humedad y temperatura, lo que favorece las condiciones indispensables para la germinación (8, 36, 95).

5. Especies. Las semillas grandes se adaptan mejor a las repoblaciones por siembra directa que las semillas pequeñas. A causa de la dimensión reducida de las semillas de la mayoría de las coníferas y de la lentitud de su primer crecimiento, su siembra directa es menos segura (95). Sin embargo, se establecen por siembra directa, en sitios favorables, algunas coníferas tal es como *Pinus ponderosa* y *Pinus strobus* (95).
6. Peligros de roedores y pájaros que se alimentan de semillas. Antes de emprender una siembra directa intensa en un lugar, debe asegurarse que la semilla no será destruída antes de la germinación (37, 95). En Estados Unidos, las semillas se han tratado con polvos repelentes: antraquinona al 15 %, arasán o endrin al 1-2 % de principio activo para protegerlas contra roedores y pájaros (15).

2.2.4 Plantación de plántulas criadas en bolsas, a partir de semillas

Con la plantación de plántulas criadas en bolsas, a partir de semillas las pérdidas son menores y los porcentajes de plantas logradas son más altos, dado que las raíces se manipulan con más cuidado (26). Este método de producción es obligatorio para muchas especies y en condiciones climáticas difíciles.

Cuando se tiene en vista una producción en gran escala, algunos de los inconvenientes de esta práctica son según lo afirmó Flinta (26).

1. El costo de transporte del material inerte, suelos y envases.
2. El costo de los envases
3. Un mayor costo de plantación

Los diferentes métodos de plantación revisados anteriormente, tienen sus ventajas y desventajas. Cada uno de ellos requiere algunas condiciones para obtener éxito. Así pues, la elección de un determinado método en un programa de reforestación dependerá de las especies utilizadas, de las condiciones climáticas y de los objetivos de reforestación.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ensayos

Para cumplir con los diferentes objetivos, se realizaron 4 ensayos.

Ensayo 1. Siembra directa de 5 especies forestales (*Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmiifolia* y *Mimosa scabrella*) en campo abierto con y sin repelente.

Ensayo 2. Enraizamiento de tres especies forestales (*Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*), con y sin ácido indolbutírico (AIB), en arena pura o mezcla de arena-tierra (1:1) en el vivero.

Ensayo 3. Establecimiento de *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea* por siembra directa, estacas, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra.

Ensayo 4. Establecimiento de *Guazuma ulmiifolia* y *Mimosa scabrella* por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra. Este ensayo no contempla la propagación de las dos especies por estacas, lo que lo diferencia del ensayo 3.

El ensayo 1 se realizó dos meses antes que los ensayos 3 y 4, ya que se estaban preparando las pseudoestacas y plántulas en bolsas necesarias para estos dos ensayos. Además éste sirvió para determinar el número de semillas para la siembra directa de los ensayos 3 y 4. Estos dos ensayos fueron planificados para uno solo; pero, debido a que en una prueba de enraizamiento realizada antes de establecer el ensayo 2, las estacas de *G. ulmiifolia* y *M. scabrella* no enraizaron, no se propagaron estas dos especies por estaca. Por lo que, se realizaron dos ensayos comparativos de métodos de propagación en vez de uno.

Finalmente, el ensayo 2 realizado en el vivero consistió en probar las estacas de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*, bajo dos tratamientos hormonales y dos substratos, donde se pudo practicar un riego diario, éste no tuvo relación directa con los ensayos 1, 3 y 4.

3.2 Localización de los diferentes ensayos

Los ensayos 1 y 3 se llevaron a cabo en Florencia Sur, el ensayo 2 se realizó en el vivero del Departamento de Recursos Naturales del CATIE y el ensayo 4, en Florencia Sur y Campo Gamma (Figura 1A). De acuerdo con la clasificación de Holdridge todos se localizan en la zona "bosque muy húmedo premontano".

3.3 Clima

Para la descripción del clima se tomaron los datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, situada a 1,6 kilómetros del área de estudio. Para la precipitación, se recogieron los datos registrados en la estación meteorológica de La Montaña, situada a 800 metros del área de estudio, pero como se pudo notar que los días de lluvia fueron los mismos para las dos estaciones citadas, a pesar de una ligera variación en la cantidad de agua caída diariamente, se optó por utilizar los datos de la estación experimental del CATIE para los promedios mensuales y los datos de La Montaña para la cantidad de lluvia diaria. Para los datos de temperatura, humedad relativa, horas de insolación, radiación solar y evaporación del tanque, se utilizaron los datos de la estación meteorológica del CATIE.

En el Cuadro 1A se presentan los datos climáticos registrados durante la realización de este trabajo.

La temperatura media máxima fue de 27°C y la temperatura media mínima fue de 18°C. El brillo solar medio fue de 4 horas diarias. Se observó una distribución irregular de la precipitación, variando de 438,7 mm (en octubre 1983) a 12,8 mm (en abril 1984). La evaporación presentó también una gran variación, así en abril de 1984 fue de 148,5 mm y de 81,6 mm en enero de 1984. La humedad relativa media fue de 86 %.

3.4 Materiales

Cuadro 9. Información sobre las semillas utilizadas en los ensayos uno, tres y cuatro.

Especies	Obtención	No lote	Lugar de origen
<i>B. quinatum</i>	BLSF (*)	1378	Atenas, Costa Rica
<i>G. sepium</i>	BLSF	1360	Matagalpa, Nicaragua
<i>G. arborea</i>	BLSF	1354	Siquirres, Costa Rica
<i>G. ulmifolia</i>	BLSF	1362	León, Nicaragua
<i>M. scabrella</i>	BLSF	1110	Colombo, Brasil

*BLSF. Banco Latinoamericano de Semillas Forestales

Cuadro 10. Información sobre las estacas usadas en los ensayos dos y tres

Especies	Largo	Diámetro	Posición en el árbol madre	Edad del árbol madre	Origen de las estacas	Número de estacas
<i>B. quinatum</i>	30 cm	1-2 cm	Intermedia	17 años	Arboles plantados a partir de semillas en Florencia Sur (12)	320
<i>G. sepium</i>	30 cm	1-2 cm	Intermedia	25 años o más	Postes vivos plantados por estacas en las cercas de ganadería (CATIE)	320
<i>G. arborea</i>	30 cm	1-2 cm	Intermedia	8 meses	Arboles plantados en el vivero a partir de semillas	320
				17 años	Arboles plantados en Puente Cajón (12), a partir de semillas	

N.B.: Se tomaron las estacas de árboles madres viejos, debido a que no se disponía de plantaciones jóvenes de estas especies.

Cuadro 11. Características de las pseudoestacas utilizadas en los ensayos 3 y 4.

Especies	Largo tallo	Largo raíz principal	Diámetro	Edad
<i>B. quinatum</i>	15 cm	20 cm	1-2 cm	4 meses
<i>G. sepium</i>	15 cm	20 cm	1-2 cm	4 meses
<i>G. arborea</i>	15 cm	20 cm	1-2,5 cm	7 meses
<i>G. ulmifolia</i>	15 cm	20 cm	1-2 cm	6 meses
<i>S. scabrella</i>	15 cm	20 cm	1-2 cm	6 meses

Cuadro 12. Características de las plantas criadas en bolsas utilizadas en los ensayos 3 y 4.

Especies	Altura media	Diámetro medio	Edad
<i>B. quinatum</i>	20 cm	0,4 cm	4 meses
<i>B. quinatum</i>	40 cm	0,7 cm	4 meses
<i>G. arborea</i>	70 cm	1,2 cm	4 meses
<i>G. ulmifolia</i>	25 cm	0,5 cm	4 meses
<i>M. scabrella</i>	25 cm	0,4 cm	4 meses

3.5 Metodología usada para el ensayo 1

Siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto con y sin repelente.

1. Diseño Experimental

La disposición experimental fue de bloques al azar con parcelas divididas. Se establecieron 4 bloques al azar con 5 especies forestales y 2 sub-tratamientos, repelente. Las 5 especies se repartieron al azar en

las parcelas mayores de 8 metros de largo y 5 metros de ancho, para una superficie de 40 metros cuadrados. Las parcelas mayores se dividieron en dos subparcelas de 20 metros cuadrados que contenían los subtratamientos. La disposición de las parcelas y subparcelas se observa en la Figura 2.

2. Tratamientos

-5 especies forestales. Las especies ensayadas fueron *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Guazuma ulmifolia* y *Mimosa scabrella*.

-Uso o no de chile picante en polvo como repelente. En otros ensayos de siembra directa, se obtuvieron buenos resultados con polvos repelentes de roedores y pájaros, tales como antraquinona al 15 %, arasán o endrín al 1-2 % de principio activo (15). Debido a que estos productos no se pudieron adquirir en el mercado, se optó por utilizar chile picante.

3. Período Experimental

Este ensayo se llevó a cabo a partir del 5 de octubre de 1983 hasta el 30 de mayo de 1984.

4. Preparación del terreno

Como primer paso se eliminó la maleza (*Panicum maximum*) con machete y pala. Después se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas y subparcelas, de acuerdo con el diseño establecido (Figura 2A).

5. Análisis del suelo

Antes de la siembra, se tomaron dos muestras a dos profundidades, 0-20 cm y 20-50 cm en los bloques 1 y 2 y otras 2 muestras a estas mismas profundidades en los bloques 3 y 4; estas fueron analizadas en el laboratorio de suelos del CATIE. Se determinó el contenido de materia orgánica, el pH, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso,

zinc y cobre disponibles. Los resultados (Cuadro A2) indican un contenido muy alto en materia orgánica, probablemente a causa de la gran cantidad de biomasa aportada por la vegetación; también el análisis reveló alto nivel de nitrógeno pero bajo nivel de fósforo, potasio, calcio y magnesio (52). Todas las muestras revelaron alto nivel en aluminio y cobre y muy alto nivel de hierro (52). Sólo la muestra tomada a 20-50 cm en los bloques 1 y 2 indicó un nivel de zinc adecuado (52). Además todas las muestras mostraron una textura arcillosa (52).

6. Pre-tratamiento de las semillas.

Las semillas de *G. ulmifolia* se pusieron durante 15 minutos en agua de 45-50°C de temperatura y luego en agua corriente durante 12 horas*. Las de *M. scabrella* sumergieron durante 15 minutos en agua a 30°C y luego en agua corriente durante 6 horas*. Las semillas de *B. quinatum* no fueron tratadas antes de la siembra, ya que no se han reportado pretratamiento para esta especie. Existe pre-tratamiento para *G. sepium* y *G. arborea*; pero como no existió gran diferencia, en cuanto al porcentaje de germinación de las semillas tratadas en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, y las semillas no tratadas en el vivero para estas dos especies, no se administró ningún pre-tratamiento antes de la siembra directa en el campo.

7. Siembra

La siembra se realizó a un espaciamiento de un metro por un metro. Se hicieron 40 hoyos de 5 cm de diámetro y 3 cm de profundidad en cada parcela mayor. Para *G. arborea*, se pusieron 2 semillas por hoyo, a 1,5 cm

* Comunicación personal: José Campos (Técnico Proyecto Leña).

de profundidad. Las semillas de *G. sepium* fueron puestas a 0,5 cm, a razón de 2 por hoyo. Para *B. quinatum*, *G. ulmifolia* y *M. scabrella*, se pusieron 5 semillas por hoyo, a 0,5 cm de profundidad. Se sembraron menos semillas para *G. sepium* y *G. arborea*, por el alto porcentaje de germinación observado en el vivero (Ver Cuadro 13).

8. Aplicación del repelente

En las sub-parcelas que deberían recibir el repelente, las semillas fueron totalmente recubiertas con el chile picante en polvo al momento de realizar la siembra.

9. Resiembra

A los 19 días de la siembra, se realizó una resiembra en todos los sitios que no tenían plantas, usando el mismo número de semillas en cada sitio que durante la siembra.

10. Cuidado después de la siembra

Para proteger las plántulas de la vegetación invasora (*Panicum maximum*) se hicieron 4 limpiezas con machete y azadón. La primera limpieza se realizó a un mes y medio de la siembra y las otras tres a un mes y medio de intervalo. Después de la primera limpieza, se hizo un raleo, dejando una plántula por hoyo, con el propósito de favorecer un mejor desarrollo de las plantas. Se hicieron 4 aplicaciones de Mirex (Dodecaclo-rooctahidro 1, 3, 4 meteno) y 6 aplicaciones de Volatón (dietoxi-tiofosforiloxiimino)-fenilacetónitrilo 2,5% para combatir las hormigas "zompos" (*Atta* sp*) que atacaron a la *Gmelina*.

* Las hormigas del género *Atta* sp. cultivan un hongo (*Rozites qongylophora*) en una pequeña galería construida por ellas mismas con las hojas que cortan y llevan al interior de sus hormigueros. Estas hormigas pueden defoliar grandes extensiones plantadas, generalmente durante la noche.

11. Recolección de datos

Los datos de germinación, sobrevivencia, altura total y diámetro basal de los árboles se tomaron a cuatro, seis y ocho meses de la siembra. El porcentaje de germinación se determinó dividiendo el número de semillas germinadas por el número de semillas sembradas y multiplicando el resultado por cien. La sobrevivencia se determinó basándose en el número de sitios con plantas. Para determinar la altura y el diámetro, se seleccionaron los 18 árboles interiores sin tomar en cuenta los árboles periféricos. La altura total se midió desde el nivel del suelo hasta la yema terminal, con una regla graduada en centímetros (7). El diámetro se midió con una forcípula graduada en milímetros (16), a 5 cm de la superficie del suelo.

12. Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza para el crecimiento en altura y en diámetro, y la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianza. Los datos relativos al crecimiento en altura y en diámetro no se revelaron homogéneas, por lo tanto se hizo transformación logarítmica y la prueba de Bartlett realizada de nuevo reveló homogeneidad de varianza para los datos transformados. Debido a que las semillas de *G. ulmifolia* no germinaron en el campo y no se observaron diferencias significativas en la germinación de las semillas tratadas con el chile picante y las no tratadas, se analizaron los datos relativos al crecimiento en altura y en diámetro, como bloques al azar con 4 tratamientos (75). También, se realizó la prueba de Tukey, para comparar los diferentes tratamientos.

3.6 Metodología usada en el ensayo 2.

Enraizamiento de tres especies forestales, con y sin ácido indolbutírico, en arena pura y mezcla de arena-tierra en el vivero.

1. Prueba de enraizamiento de 2 especies forestales

Se pusieron a enraizar en invernadero 20 estacas de *G. ulmifolia* y 20 estacas de *M. scabrella* de 30 cm de largo y 1-2 cm de diámetro, antes del establecimiento de este ensayo. Las estacas de *Guazuma* provinieron de Guanacaste y las de *Mónosa* de San Ramón y del vivero del CATIE. Se usó un diseño irrestrictamente al azar. Ninguna de las estacas probadas enraizaron en el término de 2 meses. Por lo que, se eliminaron estas dos especies del ensayo 2.

2. Preparación de la instalación

Se construyó un abrigo de 12 metros de largo, 3 metros de ancho y 2 1/2 metros de alto, con varillas de bambú. El abrigo, así como los lados Sur y Este se taparon con un cedazo plástico de color verde.

3. Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*.

4. Período de enraizamiento

Este ensayo se estableció el 22 de diciembre de 1983. La recolección final de datos se llevó a cabo el 9 de mayo de 1984.

5. Diseño experimental

El diseño fue un factorial de 3 x 2 x 2, en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron: 3 especies forestales, uso o no de ácido indolbutírico (AIB) y 2 substratos, arena pura y mezcla de arena-tierra (1:1). La unidad experimental consistió de 20 bolsas de polietileno de color negro, de 12 cm de diámetro y de 22 cm de altura. La

disposición de las parcelas puede observar en la Figura 3A.

6. Replante

Debido a que por las condiciones de transporte, las estacas de *B. quinatum* y *G. arborea* murieron, se replantaron éstas de materiales provenientes de Florencia Sur para *Bombacopsis* y de Puente Cajón y el vivero del CATIE, para *Gmelina*.

7. Tratamientos de las estacas

Se usaron 320 estacas por cada especie, de las cuales 160 fueron tratadas con AIB. El tratamiento hormonal consistió en sumergir la base mojada de las estacas hasta 2 cm de profundidad en una concentración de 4 mg de AIB por gramo de talco (100).

8. Medio de enraizamiento

Se esterilizó el substrato con bromuro de metilo, en una pila destinada para este fin y se tapó con un plástico impermeable que se levantó después de 24 horas. A 72 horas de la esterilización, se llenaron 480 bolsas con arena pura y 480 bolsas con la mezcla de arena-tierra.

9. Plantación y cuidado

La mitad del largo de las estacas se colocaron verticalmente debajo del suelo; se hicieron uno o dos riegos diarios, dependiendo del estado del tiempo y se realizó una limpieza manual mensualmente en las bolsas y en el suelo. Se aplicó malation dos veces para combatir los insectos defoliadores que atacaron las estacas de *Glinicidia*.

10. Recolección de datos

Se determinó el porcentaje de estacas enraizadas, verdes, con callo y muertas; el número y largo promedio de raíces, a 4 meses y medio de la iniciación del ensayo. El largo de raíces se midió con una regla graduada en cm.

11. Análisis de los resultados

Como la prueba de Bartlett no mostró homogeneidad de varianza para los datos originales, se hizo transformación angular de porcentaje a grados para el porcentaje de enraizamiento, transformación a raíz cuadrada para el número de raíces y transformación logarítmica para el largo de raíces (78). Después de realizar las transformaciones, la prueba de Bartlett mostró homogeneidad de varianza sólo para los datos relativos al porcentaje de enraizamiento. Por lo tanto, se realizó análisis de varianza y prueba de Tukey sólo para el porcentaje de enraizamiento.

3.7 Metodología usada en el ensayo 3.

Establecimiento de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* por siembra directa, estacas, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra.

1. Diseño experimental

El diseño fue un factorial de 3 x 4, en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos se repartieron al azar en parcelas de 12 por 12 metros, para una superficie de 144 m². La disposición de las parcelas se presenta en la Figura 4.

2. Período experimental

Este ensayo se estableció el 19 de noviembre de 1983 y se recogieron los últimos datos el 28 de mayo de 1984. El ensayo se hizo en esta época, debido a la no disponibilidad del material de plantación al principio de la época lluviosa.

3. Preparación del terreno

Se cortó la grama con machete y se limpió un diámetro de 50 cm alrededor de cada hoyo con pala.

4. Plantación

La plantación se realizó en líneas al espaciamiento de 2 por 2 metros. Se hicieron 36 hoyos de 20 cm de diámetro y 20 cm de profundidad en cada parcela. Las estacas, pseudoestacas y plantas con pan de tierra fueron colocadas verticalmente en los hoyos y se compactó el suelo alrededor de ellas. Antes de la siembra directa, se llenaron los hoyos y se sembraron 5 semillas de *G. sepium* y *G. arborea* a 0,5 y 1,5 cm de profundidad respectivamente y 10 semillas de *B. quinatum* a 0,5 cm debajo del suelo. No se hizo resiembra en este ensayo.

5. Cuidado

Se hicieron 8 aplicaciones de Mirex (Dodecaclorooctahidro 1, 3, 4 meteno) y 12 aplicaciones de Volatón dietoxi-tiofosforiloniimino)-fenilacetónitrilo 2,5% para combatir las hormigas "zomposos" (*Atta* sp.) que atacaron la *Gmelina*. Se hicieron tres limpiezas durante el período experimental.

6. Registro de datos

Para la siembra directa, se determinaron la sobrevivencia, la altura total y el diámetro basal. Para las pseudoestacas se tuvieron en cuenta la sobrevivencia, la altura desde el punto de brotación hasta la yema terminal y el incremento en diámetro basal a 5 cm del nivel del suelo, restando el diámetro original del diámetro total. Para las plantas con pan de tierra, se determinaron el incremento en altura, restando la altura original de la altura total y el incremento en diámetro basal a 5 cm del nivel del suelo, restando el diámetro original del diámetro total. Para las estacas, se estimó sólo la sobrevivencia, ya que éstas no crecieron.

7. Análisis de los resultados

Ya que la prueba de Bartlett no mostró homogeneidad con los datos

transformados (de porcentajes a grados para la sobrevivencia, logarítmica para el incremento en altura y en diámetro), se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para los diferentes métodos de propagación de cada especie (48). La prueba de Bartlett reveló homogeneidad de varianza para la sobrevivencia y el incremento en diámetro de los diferentes métodos de cada especie. Se transformaron logarítmicamente los datos obtenidos para el incremento en altura y la prueba de Bartlett reveló homogeneidad para los datos transformados.

3.8 Metodología utilizada en el ensayo 4.

Establecimiento de 2 especies forestales por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra.

1. Diseño experimental

El diseño fue un factorial de 2×3 en bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron 2 especies forestales y 3 métodos de propagación. Los tratamientos se repartieron en parcelas de 12 por 12 m para una superficie de 144 metros cuadrados. La disposición de las parcelas se presenta en la Figura 5A.

2. Período experimental

Debido a que no se dispuso de material para plantar *G. ulmifolia* y *M. scabrella*, no se pudo empezar el ensayo durante la época de lluvia. Su duración fue de 4 meses, desde el 28 de enero hasta el 28 de mayo de 1984.

3. Preparación del terreno

Se cortó la grama y la vegetación con machete y se limpió un diámetro de 50 cm alrededor de cada hoyo con pala.

4. Plantación

La plantación se realizó en líneas y el espaciamiento fue de 2 m x 2 m. Se hicieron 36 hoyos de 20 cm de diámetro y 20 cm de profundidad en cada parcela. Las pseudoestacas y plántulas con pan de tierra fueron colocadas verticalmente en los hoyos y se compactó el suelo alrededor de ellas. Antes de la siembra directa, se llenaron los hoyos y se sembraron 10 semillas a 0,5 cm debajo del suelo para estas dos especies.

5. Cuidado.

Se realizaron dos limpiezas durante el período experimental.

6. Registros de datos

Para las pseudoestacas, se determinó la sobrevivencia, la altura desde el punto de brotación hasta la yema terminal y el incremento en diámetro basal, restando el diámetro original del diámetro obtenido a los 4 meses, a 5 cm del nivel del suelo. Para las plantas con pan de tierra, se estimó la sobrevivencia, el incremento en altura, restando la altura original de la altura obtenida a los 4 meses y el incremento en diámetro basal a 5 cm del nivel del suelo, restando el diámetro original del diámetro obtenido a los 4 meses. Para la siembra directa, se tuvo en cuenta la sobrevivencia, la altura total, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal y el diámetro basal a 5 cm del nivel del suelo.

7. Análisis de los resultados

Como las semillas de *G. ulmifolia* no germinaron y las pseudoestacas de *M. scabrella* murieron, este ensayo se redujo a 4 tratamientos. Como la prueba de Bartlett reveló homogeneidad de varianza para los 4 tratamientos restantes, se llevó a cabo un análisis de varianza y la prueba de Tukey para comparar los diferentes tratamientos.

4. RESULTADOS

4.1 Ensayo 1. Siembra directa de cinco especies forestales en campo abierto con y sin repelente.

4.1.1 Porcentaje de germinación

Se determinó el porcentaje de germinación en el vivero y en el campo, y se recolectó también el porcentaje de germinación del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales para las cinco especies ensayadas. Estos datos se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Porcentaje de germinación de las cinco especies ensayadas por siembra directa.

Especies	BLSF*	Vivero	Campo (siembra)	Campo (Resiembra)
<i>B. quinatum</i>	72	40	22	24
<i>G. sepium</i>	100	85	68	72
<i>G. arborea</i>	80	75	34	39
<i>G. ulmiifolia</i>	50	35	0	0
<i>M. scabrella</i>	75	40	20	24

*Banco Latinoamericano de Semillas Forestales

En el campo, las semillas de *B. quinatum* empezaron a germinar a partir de siete días después de la siembra, las de *G. sepium* a partir de seis días, las de *G. arborea* a partir de once días, las de *M. scabrella* a partir de cuatro días. El porcentaje de germinación obtenido en el campo para estas cuatro especies fue más bajo que el porcentaje de germinación obtenido en el vivero y en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales.

Las semillas de *G. ulmiifolia* no germinaron en el campo, aunque germinaron en el vivero y en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales.

Por otra parte, la germinación en el campo durante la resiembra fue ligeramente superior a la germinación después de la siembra para las cuatro especies que germinaron.

El porcentaje de germinación obtenido para las semillas tratadas con el chile picante fue igual al porcentaje de germinación de las semillas no tratadas (Cuadro A3). Probablemente, no hubo ataque a las semillas por parte de roedores o algún otro agente, ya que se pudo observar las semillas no germinadas intactas, tanto las tratadas con chile picante como las no tratadas.

4.1.2 Porcentaje de sitios con plantas

En el Cuadro 14, se presenta el porcentaje de sitios con una o más plantas a los 15 días de la siembra y de la resiembra y también a los cuatro, seis y ocho meses.

Después de la resiembra, el porcentaje de sitios con una o más plantas fue relativamente alto, contrariamente después de la siembra. Tomando en cuenta la alta densidad de siembra, se puede considerar como satisfactorio el número de sitios con planta a los cuatro, seis y ocho meses para estas cuatro especies

4.1.3 Altura total a los cuatro, seis y ocho meses

Se presenta en el Cuadro 15, la altura promedio en centímetro a los 4, 6 y 8 meses.

Cuadro 14. Porcentaje de sitios con una o más plantas a los 15 días de la siembra y resiembra y la sobrevivencia a los cuatro, seis y ocho meses de la siembra.

Especies	Porcentaje de sitios con plantas a los:			
	15 días de la siembra	15 días de la resiembra	4 meses de la siembra	6 meses de la siembra
<i>B. quinatum</i>	62	82	75	68
<i>G. sepium</i>	71	98	98	98
<i>G. arborea</i>	49	78	70	65
<i>M. scabrella</i>	38	80	65	65

Cuadro 15. Altura media obtenida a los 4, 6 y 8 meses de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto, en centímetros (cm)

Especies	Altura (cm) 4 meses	Altura (cm) 6 meses	Altura (cm) 8 meses
<i>B. quinatum</i>	8 a	9 a	9 a
<i>G. sepium</i>	18 b	28 ab	30 b
<i>G. arborea</i>	25 b	43 b	49 bc
<i>M. scabrella</i>	28 b	56 b	73 c

Los resultados de los análisis de varianza (Cuadro A37) indican diferencia significativa entre las especies a nivel 1 % de probabilidad, en cuanto al crecimiento inicial en altura. A los 4 meses, la prueba de Tukey reveló diferencia significativa únicamente entre *B. quinatum* y las demás especies. A los seis meses, *B. quinatum* no mostró diferencia con *G. sepium*, pero fue inferior a los demás. *G. sepium*, *G. arborea* y *M. scabrella* no revelaron diferencia significativa. A los ocho meses, la prueba de Tukey reveló diferencia significativa entre *B. quinatum* y las demás especies y entre *G. sepium* y *M. scabrella*.

4.1.4 Diámetro basal a los cuatro, seis y ocho meses

Junto con las mediciones de altura, tomadas en las tres diferentes épocas, se midió el diámetro basal, a 5 centímetros desde el nivel del suelo, de los árboles interiores de cada parcela. Los valores promedios se resumen en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Diámetro promedio obtenido a los 4, 6 y 8 meses de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto, en milímetro (mm).

Especies	Diámetro (4 meses)	Diámetro (6 meses)	Diámetro (8 meses)
<i>B. quinatum</i>	4 a	4 a	4 a
<i>G. sepium</i>	6 ab	7 a	8 b
<i>G. arborea</i>	6 ab	10 b	11 bc
<i>M. scabrella</i>	7 b	10 b	13 c

El patrón que se observó en los análisis de varianza para el diámetro basal a los 4, 6 y 8 meses es muy semejante al de la altura total. Nuevamente, las especies presentaron diferencias significativas a nivel 1 % de probabilidad (Cuadro A38). A los 4 meses, la prueba de Tukey reveló diferencia significativa sólo entre *M. scabrella* y *B. quinatum*; a los 6 meses *B. quinatum* y *G. sepium* no mostraron diferencias significativas, tampoco hubo diferencia significativa entre *G. arborea* y *M. scabrella*. Pero a los 8 meses, hubo diferencia significativa entre *B. quinatum* y todas las especies y entre *G. sepium* y *M. scabrella*.

4.2 Ensayo 2. Enraizamiento de tres especies forestales, con y sin ácido indolbutírico (AIB), en arena pura o mezcla de arena-tierra en vivero.

4.1.2 Porcentaje de enraizamiento de las estacas en el vivero

El tratamiento con AIB superó al tratamiento sin AIB para *G. sepium* y *G. arborea* (Figura 1). *G. sepium* tuvo mayor porcentaje de enraizamiento en arena pura que en arena-tierra; *G. arborea*, por su parte,

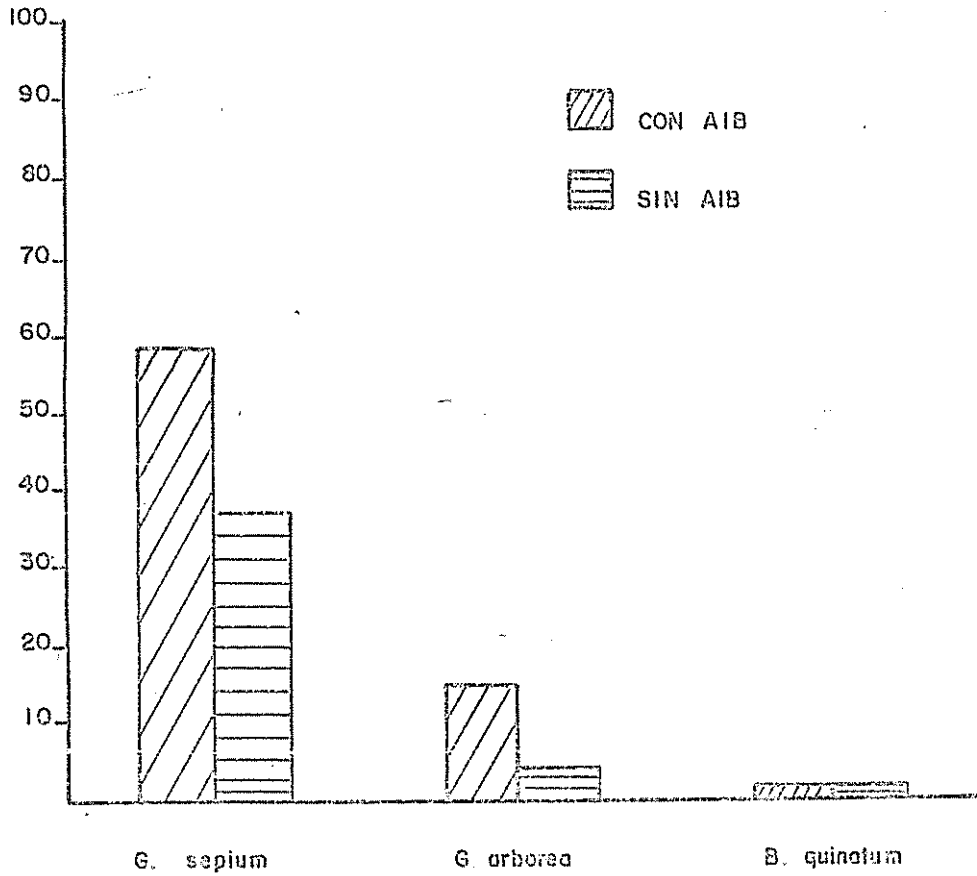


Figura 1. Porcentaje de estacas enraizadas con y sin AIB

enraizó mejor en la arena-tierra que en la arena pura (Figura 2). En cuanto a *B. quinatum*, se obtuvo igual porcentaje de enraizamiento con y sin AIB y bajo los dos substratos.

4.2.2 Número y largo de raíces

Las tres especies tuvieron mayor número de raíces con el tratamiento hormonal, pero sólo *G. sepium* obtuvo mayor largo promedio de raíces bajo el tratamiento hormonal (Figura 3). En cuanto al substrato se obtuvo mayor número de raíces en arena pura que en la arena tierra para *G. sepium*, igual número de raíces bajo los dos substratos para *G. arborea* y mayor número de raíces en la arena pura para *B. quinatum* (Figura 4). Sin embargo, se obtuvo mayor largo promedio de raíces en la arena tierra para *G. sepium* y *G. arborea* y el mismo largo promedio para *B. quinatum*, bajo los dos substratos (Figura 4).

4.3 Ensayo 3. Establecimiento de 3 especies forestales por siembra directa, pseudoestacas, estacas y plántulas con pan de tierra en el campo.

4.3.1 Sobrevivencia

Se presenta en los Cuadros 17 y 18, el porcentaje de sobrevivencia de los diferentes tratamientos a los tres y seis meses de la plantación en el campo.

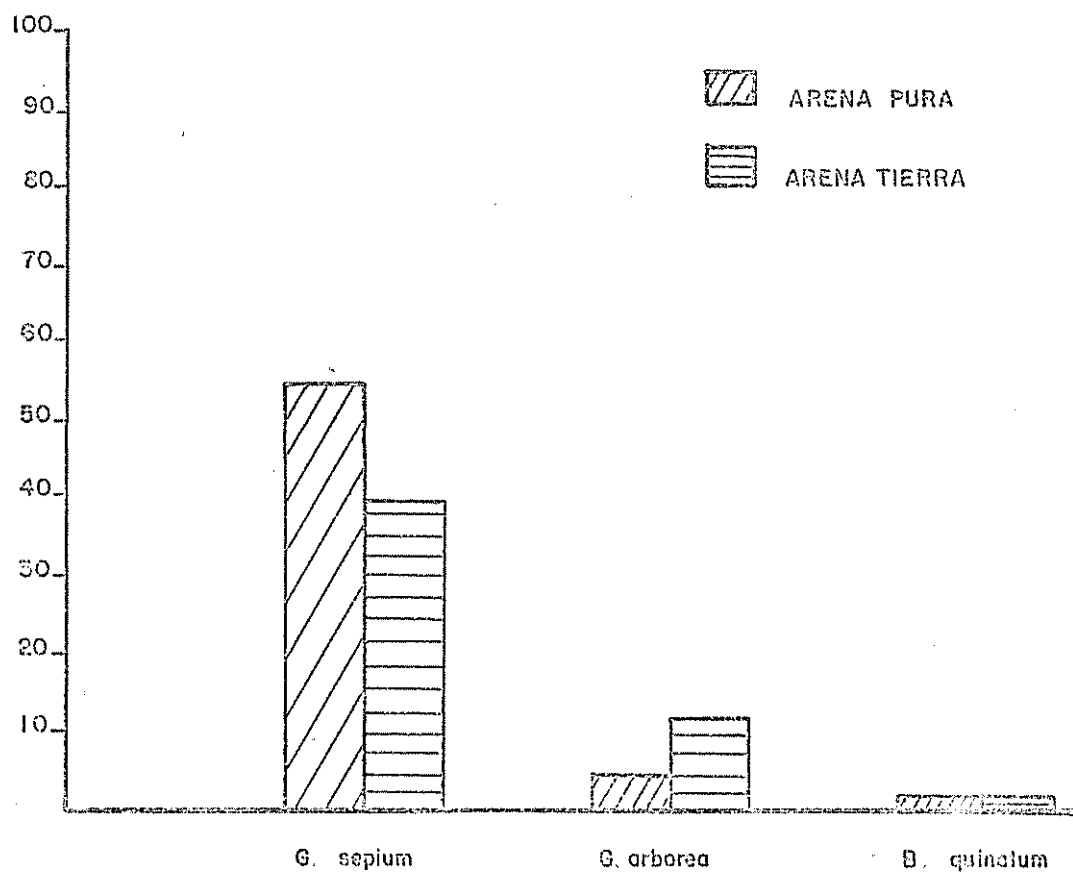


Figura 2. Porcentaje de estacas enraizadas en arena pura y mezcla de arena-tierra (1:1)

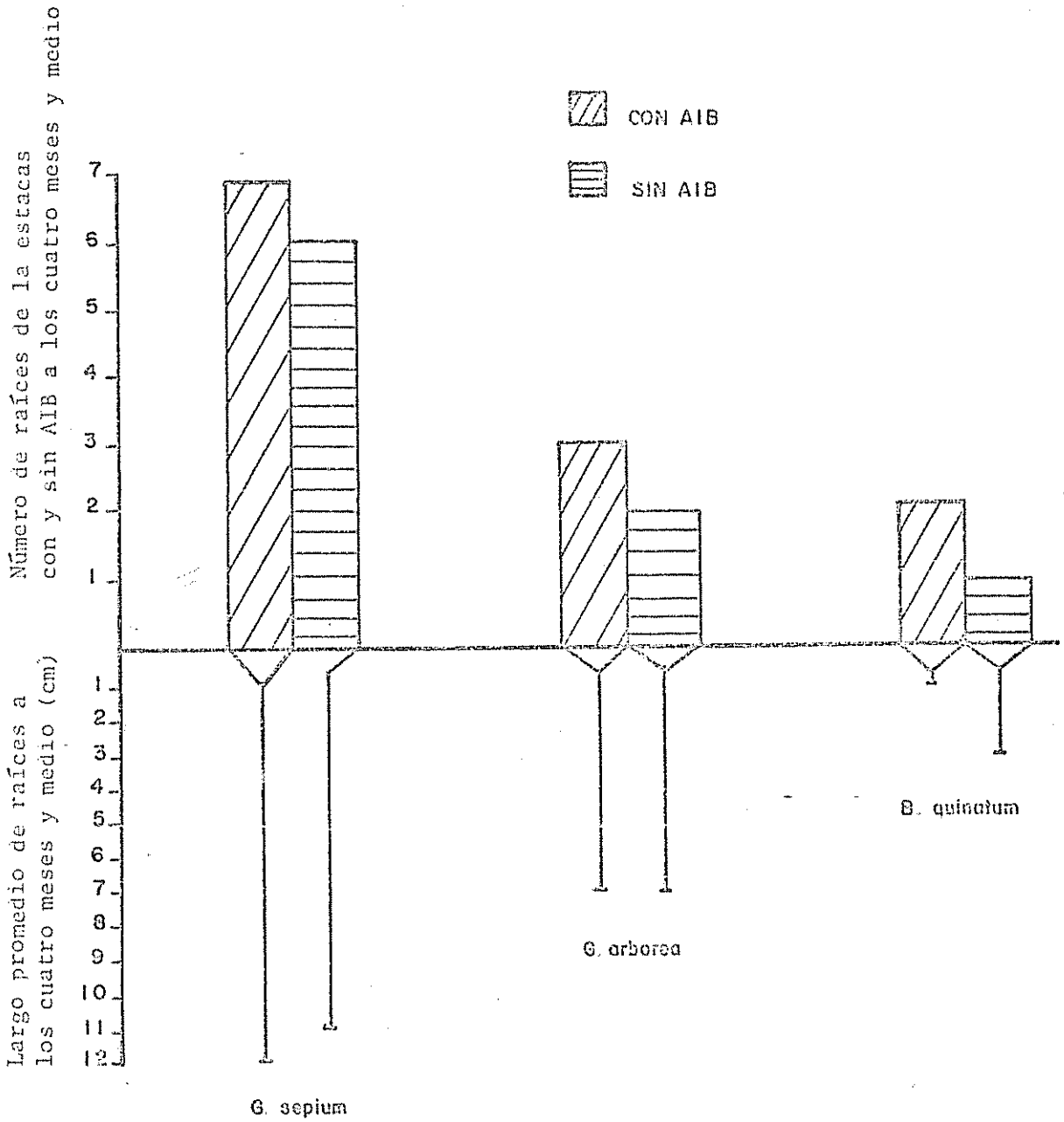


Figura 3. Número y Largo de raíces de las estacas enraizadas con y sin AIB.

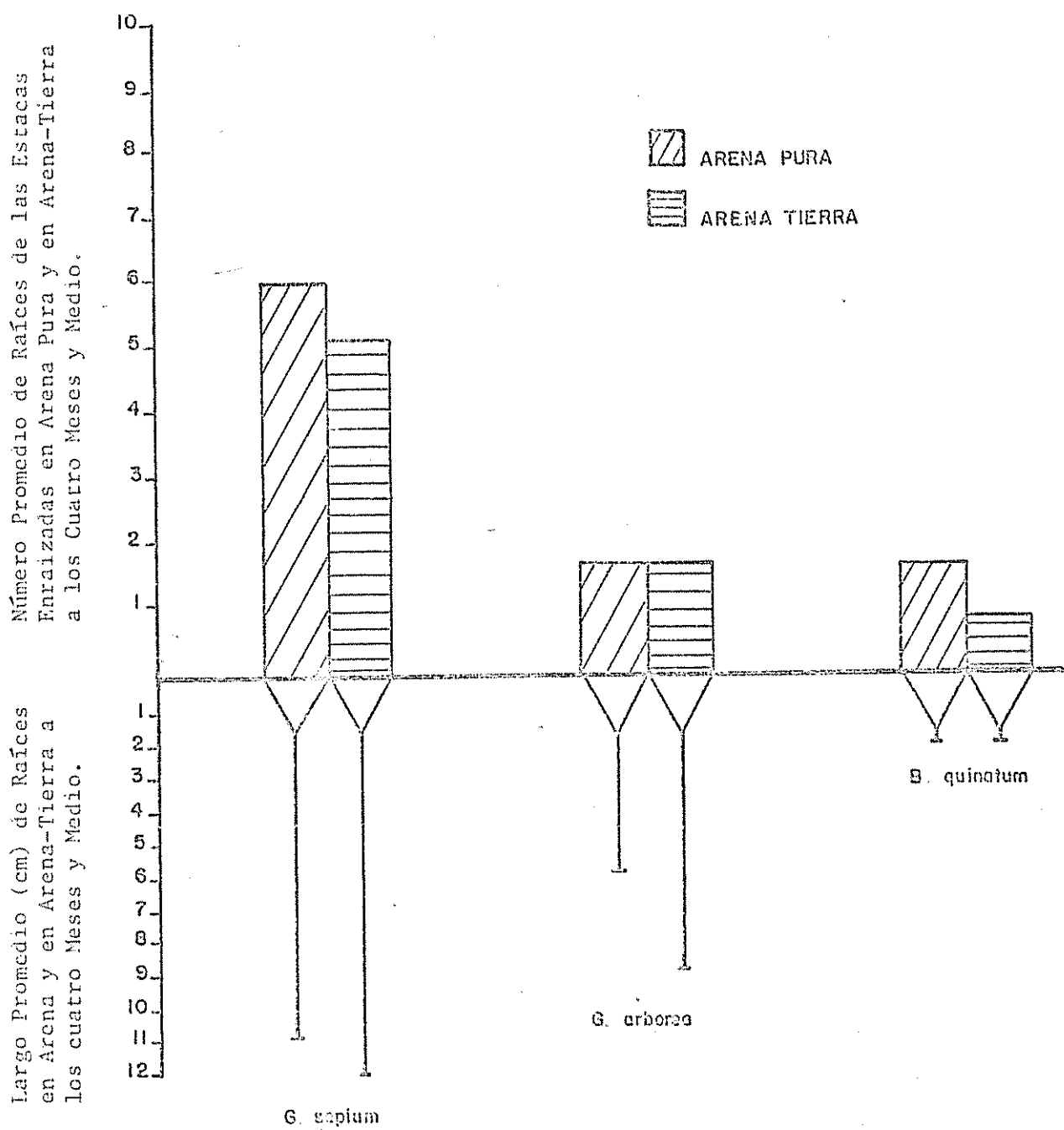


Figura 4. Número y largo de raíces de las estacas enraizadas en arena pura y mezcla de arena-tierra.

Cuadro 17. Porcentaje de sobrevivencia a los tres meses de cuatro métodos de propagación de *Bombacopsis quinatum*, *Glicicidia senium* y *Gmelina arborea*.

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	93 a	98 ab	97 a
Pseudoestacas	92 a	100 a	91 ab
Siembra directa	66 a	88 b	74 b
Estacas	12 b	56 c	2 c

Cuadro 18. Porcentaje de sobrevivencia a los seis meses de cuatro métodos de propagación de *Bombacopsis quinatum*, *Glicicidia senium* y *Gmelina arborea*.

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	90 a	98 a	94 a
Pseudoestacas	90 a	100 a	75 ab
Siembra directa	43 b	78 b	44 b
Estacas	11 b	27 b	1 c

El análisis de varianza reveló diferencia significativa a nivel 1% de probabilidad entre los métodos de propagación para cada una de las tres especies ensayadas (Cuadro A31, A32).

Para *B. quinatum*, la prueba de Tukey reveló diferencia significativa entre la plantación por estacas y los demás métodos a los tres meses y

a los seis meses, esta prueba no reveló diferencia significativa entre la plantación con pan de tierra y las pseudoestacas; también no reveló diferencia significativa entre la siembra directa y la plantación por estacas (Cuadro 17 y 18).

Para *G. sepium*, la prueba de Tukey no reveló diferencia significativa entre las plantas con pan de tierra y las pseudoestacas y entre las plantas con pan de tierra y la siembra directa, a los tres meses; y a los seis meses, esta prueba no reveló diferencia significativa entre plantas con pan de tierra y pseudoestacas y entre siembra directa y estacas (Cuadros 17 y 18).

Para *G. arborea*, tanto a los tres como a los seis meses, la prueba de Tukey no detectó diferencia significativa entre pseudoestacas y plantas con pan de tierra y entre pseudoestacas y siembra directa (Cuadro 17 y 18).

4.3.2 Incremento en altura

Los datos relativos al incremento en altura a los tres y seis meses, se presentan en los Cuadros 19 y 20).

Cuadro 19. Incremento en altura obtenido a los tres meses de establecimiento de *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea* por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en centímetro (cm).

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	2 a	3 a	5 a
Pseudoestacas	3 a	3 a	5 a
Siembra directa	2 a	3 a	3 b

Cuadro 20. Incremento en altura obtenido a los seis meses del establecimiento de *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea* por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en centímetros (cm)

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	6 a	10 a	25 a
Pseudoestacas	9 a	14 a	16 a
Siembra directa	7 a	10 a	18 a

En cuanto al incremento en altura, el análisis de varianza (Cuadro A33, A34) y la prueba de Tukey revelaron diferencia significativa únicamente a los tres meses, para los 3 métodos de establecimiento de *G. arborea*.

4.3.3 Incremento en diámetro

En los Cuadros 21 y 22, se presentan los datos relativos al incremento en diámetro.

Cuadro 21. Incremento en diámetro obtenido a los tres meses del establecimiento de *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea* por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en milímetros (mm).

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	5 a	7 a	19 a
Pseudoestacas	7 a	9 a	11 b
Siembra directa	5 a	8 a	11 b

Cuadro 22. Incremento en diámetro obtenido a los seis meses del establecimiento de *Bombacopsis quinatum*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea* por siembra directa, pseudoestacas y plantas con pan de tierra, en milímetros (mm).

Métodos de propagación	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
Plantas con pan de tierra	2 a	4 a	8 a
Pseudoestacas	4 b	4 a	7 a
Siembra directa	3 b	4 a	4 a

El análisis de varianza (Cuadros A35, A36) y la prueba de Tukey revelaron diferencia significativa a nivel 5 % de probabilidad, sólo entre los diferentes métodos de establecimiento de *B. quinatum* a los seis meses y de *G. arborea* a los tres meses.

4.4 Ensayo 4. Establecimiento de 2 especies forestales por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra en el campo.

Se presenta en el Cuadro 23, el porcentaje de sobrevivencia y el incremento en altura y en diámetro de los diferentes tratamientos a los cuatro meses de la plantación.

El análisis de varianza reveló diferencia significativa entre los tratamientos para la sobrevivencia y el incremento en diámetro (Cuadro A39). Por su parte, la prueba de Tukey reveló diferencia significativa entre los diferentes tratamientos tanto para la sobrevivencia como para el incremento en altura y en diámetro.

Cuadro 23. Porcentaje de sobrevivencia e incremento en altura y en diámetro de 3 métodos de establecimiento de *Guazuma ulmifolia* y *Mimosa scabrella*.

Métodos de establecimiento	Sobrevivencia %		Incremento en altura (cm)		Incremento en diámetro (mm)	
	<i>G. ulmifolia</i>	<i>M. scabrella</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>M. scabrella</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>M. scabrella</i>
Plantas con pan de tierra	83 a	90 a	7 a	26 a	2 a	4 a
Pseudoestacas	34 b	0	13 b	0	6 b	0
Siembra directa	0	40 b	0	8 b	0	2 b

5. DISCUSION

5.1 Ensayo 1. Siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto, con y sin repelente.

5.1.1 Germinación y número de sitios con plantas

El porcentaje de germinación obtenido en el campo es inferior a los porcentajes de germinación obtenidos tanto en el vivero como en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales para todas las especies ensayadas. Esto se debe probablemente a las condiciones diferentes del campo y del vivero o del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. El hecho de que el porcentaje de germinación fue más alto después de la resiembra, puede ser debido a una mejor condición de humedad del suelo después de esta última época, ya que la diferencia promedio diaria entre la precipitación y la evapotranspiración (Fig. 5), fue mayor (4 mm promedio diario de una semana antes y dos semanas después) para la resiembra que para la siembra.

Por otra parte, el efecto del chile picante no se probó, debido a la ausencia de agentes que ataquen semillas.

Considerando el número de sitios con plantas después de la siembra, se puede asumir que el porcentaje de germinación obtenido en el campo corresponde a una densidad de 6000 sitios con plantas por hectárea para *B. quinatum*, 7500 para *G. sepium*, 4750 para *G. arborea*, lo que es relativamente alto. Con la resiembra, se aumentó aún estas densidades, ya que el número de sitios con plantas fue mayor después de la resiembra que después de la siembra.

Con un aumento del número de semillas sembradas en cada sitio para estas especies (9 en vez de 5 para *B. quinatum*, 3 en vez de 2 para *G. sepium*,

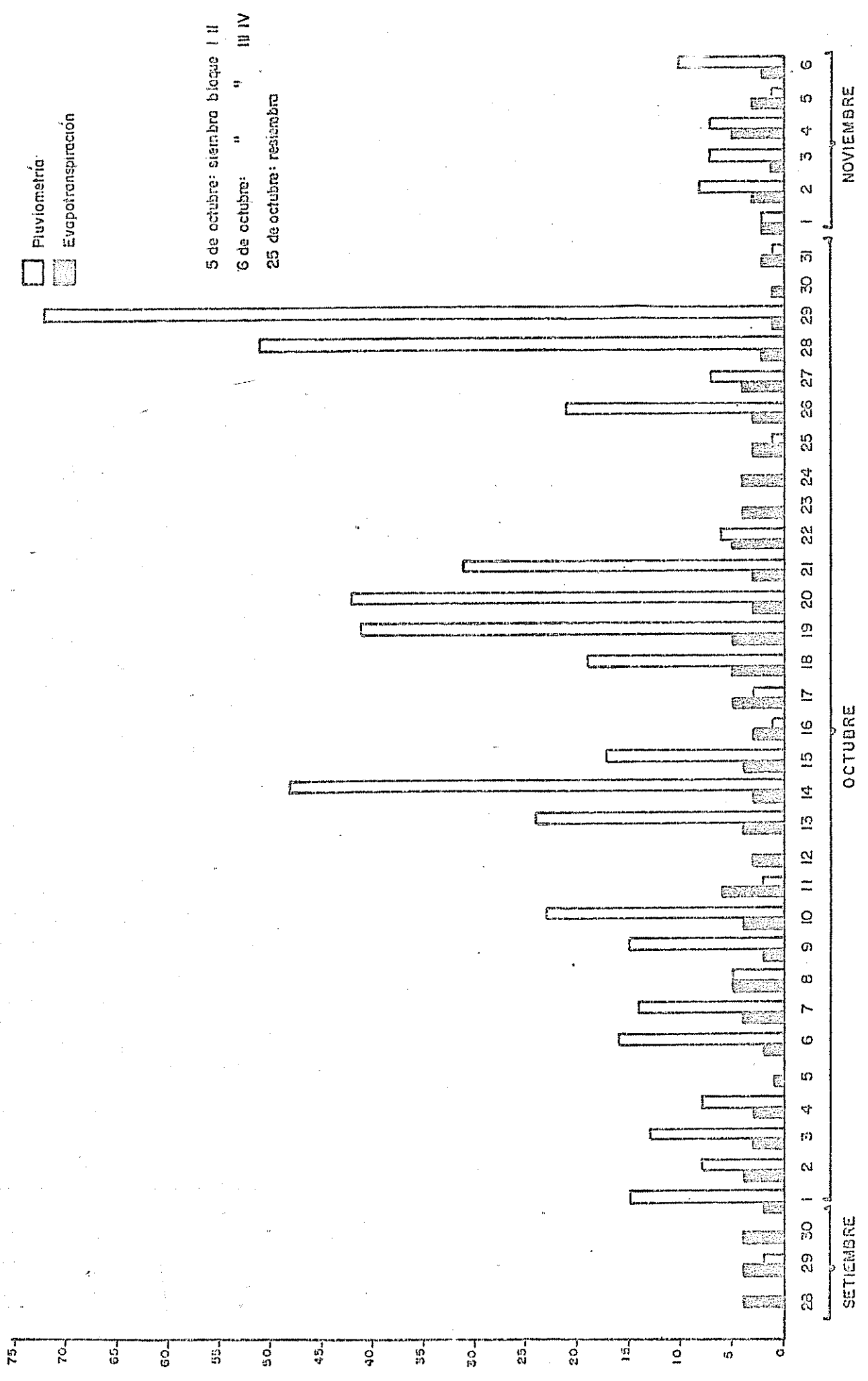


Figura 5. Relación entre la Precipitación y la evapotranspiración siete días antes y 14 días después de la siembra y Resiembra del Ensayo I.

5 en vez de 2 para *G. arborea* y 13 en vez de 5 para *M. scabrella*), se podría haber obtenido un mayor número de sitios con una o más plantas, aún con el mismo porcentaje de germinación después de la siembra. Quizás hubiera sido mejor sembrar un mayor número de semillas por posturas a 2 x 2 m en vez de 1 x 1. En este caso, se hubiera disminuido el número de semillas sembradas:

Las pérdidas de plántulas en registradas después de la resiembra se debe, para *B. quinatum* y *M. scabrella*, principalmente a los efectos negativos de la sequía, sobre todo después de los primeros meses que siguieron la siembra. Por otra parte, las pérdidas en registradas para *G. arborea*, se debieron a los ataques de las hormigas "zompopos", *Atta* sp.

5.1.2 Crecimiento inicial

El crecimiento inicial, tanto en altura como en diámetro, fue relativamente bajo para todas las especies. Para *G. sepium*, los resultados fueron superados por los obtenidos en Hojancha, 161 cm de altura y 26 mm de diámetro basal a los 7 meses de la siembra directa; sin embargo, los resultados obtenidos con la siembra directa de *M. scabrella* en San Ramón, 1 cm de altura y 1 mm de diámetro basal a los 6 meses, fueron inferiores a los obtenidos en este ensayo (12²). Los bajos resultados obtenidos para el crecimiento inicial se deben principalmente a la sequía ocurrida a los cuatro meses de la siembra directa.

5.2 Ensayo 2. Enraizamiento de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* con y sin AIB, en arena pura o mezcla de arena-tierra, en el vivero.

5.2.1 Enraizamiento

El porcentaje de enraizamiento obtenido para *B. quinatum*, es relativamente bajo, lo que se debe probablemente a la edad de los árboles madres. En Venezuela Melchior (63), obtuvo 99 % de enraizamiento con estacas provenientes de árboles madres de 7 semanas de edad mientras que los resultados de este ensayo (1 %) se obtuvieron con árboles madres de 17 años de edad. La falta de efecto del ácido indolbutírico y de los dos substratos en el enraizamiento de esta especie fue también observada por Melchior (63). Parece que el factor más importante en el enraizamiento de esta especie, lo constituye la edad del árbol madre.

Con *G. sepium*, se obtuvo 30 % de enraizamiento con estacas de 30 cm de largo y 1-2 cm de diámetro. Este resultado es superior al 20 % obtenido por Vastey (99), con estacas de 30 cm de largo y 1-2 cm de diámetro y al 6 % obtenido por Baggio (2) con estacas de 50 cm de largo y 3-6 cm de diámetro. También el resultado obtenido superó al 25 % de enraizamiento obtenido con estacas grandes de 2,50 m de largo y 6-12 cm de diámetro obtenido por Lozano (51), pero fue superado por el 78 % obtenido por Baggio (2) con estacas de 2 m de largo y 3-8 cm de diámetro para esta misma especie. Más que todo, se puede pensar que los resultados no fueron afectados por el tamaño (largo y diámetro) de las estacas utilizadas. La edad del árbol madre es probablemente uno de los factores que ha ocasionado el bajo porcentaje de enraizamiento obtenido. Por otra parte, los mejores resultados obtenidos con el tratamiento hormonal y la arena pura, indican la posibilidad de mejorar el enraizamiento de esta especie.

Los resultados obtenidos con *G. arborea* fueron muy bajos, si se compara los 6 % de enraizamiento obtenido con los 21 % de Florido (27),

a pesar de que se superó el 0,6 % obtenido por García (30). Este bajo resultado se debió probablemente a los efectos negativos de la radiación solar, ya que se pudo observar la recuperación de 2 estacas de *Gmelina* que se estaban secando, al aprovechar de la sombra de algunos arbolitos de pino, puestos cerca de ellas por el personal del vivero. Probablemente esta especie requiere una sombra baja o condiciones de invernaderos para enraizar mejor. Con *Gmelina* se obtuvo mayor porcentaje de enraizamiento con 4000 ppm de AIB, lo que fue también comprobado por García, aplicando esta misma dosis a las estacas de la especie. La mezcla de arena-tierra superó a la arena pura; normalmente la mezcla tiene más poder de retención de agua que la arena pura, lo que puede indicar una mayor susceptibilidad de la especie a las condiciones de humedad del suelo. Sin embargo, la mezcla de dos grupos de edades pudo haber intervenido en las diferencias observadas para el tratamiento hormonal y el substrato.

5.2.2 Número y largo de raíces

El número de raíces fue mayor bajo el tratamiento hormonal para todas las especies. Excepto para *Gmelina* que pudo haber sido afectada por los dos grupos de edades, la arena tierra obtuvo mayor número de raíces que la arena pura. Melchior (63) observó también influencia del tratamiento hormonal y del substrato sobre el número de raíces.

El largo de raíces no fue influenciado por el tratamiento hormonal para las tres especies. Melchior (63), no observó tampoco la influencia del tratamiento hormonal sobre el largo de raíces para *B. quinatum*. En cuanto a la influencia del substrato, sólo *G. arborea* mostró diferencia significativa. Sin embargo, este resultado podría ser debido a las edades diferentes de los árboles madres de las estacas de esta especie.

5.3 Ensayo 3. Establecimiento de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* por siembra directa, pseudoestacas, estacas y plántulas con pan de tierra.

5.3.1 Comparación de los métodos de propagación para *Bombacopsis quinatum*

A los seis meses, el porcentaje de sobrevivencia fue relativamente alto para las pseudoestacas y las plantas con pan de tierra. La siembra directa registró mayores pérdidas de los tres a los seis meses, lo que se debió principalmente a los efectos de la sequía.

En cuanto al incremento en altura y en diámetro, la no observancia de diferencia significativa puede ser debida a un mal comportamiento de los diferentes métodos, durante los meses secos. Las estacas de esta especie fueron también afectadas por la sequía.

5.3.2 Comparación de los métodos de propagación para *Glinicidia sepium*.

A los seis meses, el porcentaje de sobrevivencia fue también muy alto para pseudoestacas y plantas con pan de tierra, lo que indica que estos dos métodos de establecimiento han sido muy poco afectados por la sequía. La siembra directa y la plantación de estacas fueron las más afectadas.

El crecimiento inicial fue también muy afectado por la falta de lluvia a los dos meses de la plantación para todos los métodos.

5.3.3 Comparación de los métodos de propagación para *Gmelina arborea*

A los seis meses, la más alta sobrevivencia observada de las plantas criadas en bolsas y plantadas con pan de tierra sobre las

pseudoestacas y la siembra directa, se debe a que estas últimas fueron más afectadas por los ataques de los zompopos. Por otra parte, las estacas sufrieron más de los efectos de la radiación solar y de la sequía.

En cuanto al incremento en altura y en diámetro, todos los métodos revelaron bajos resultados, debido a la falta de agua.

5.4 Ensayo 4. Establecimiento de *G. ulmifolia* y *H. scabrella* por siembra directa, pseudoestacas y plántulas con pan de tierra.

El porcentaje de sobrevivencia a los 4 meses fue relativamente alto para la plantación con pan de tierra tanto para *Guazuma* como para *Mimosa*. Los otros métodos de propagación tuvieron una baja sobrevivencia.

El incremento en altura y en diámetro fue también muy bajo para todos los métodos de propagación ensayados para las dos especies, debido a la época seca.

5.5 Consideraciones generales

5.5.1 Sobrevivencia

Se presenta en el Cuadro 24, los valores de la sobrevivencia de los diferentes métodos de establecimiento en el campo, para las cinco especies.

Como lo indica el Cuadro 24, el porcentaje de sobrevivencia obtenido con la siembra directa varió con las dos fechas de plantación, para todas las especies; lo que hace resaltar la influencia de la estación lluviosa en el éxito de este método. La sobrevivencia fue muy buena para *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* por pseudoestacas, pero fue mala para *G. ulmifolia*. Más que todo, los ataques de los zompopos causaron las pérdidas registradas para las pseudoestacas de *Gmelina arborea*.

Cuadro 24. Resumen de la sobrevivencia de los cuatro métodos de propegación de las cinco especies en el campo.

Especies	Siembra directa (E1)	(E3 o E4)	Pseudoestacas	Estacas	Plantas con pan de tierra
<i>B. quinatum</i>	73	66	92	12	93
<i>G. sepium</i>	97	88	100	56	98
<i>G. arborea</i>	84	74	91	2	97
<i>G. ulmifolia</i>	0	0	34	0	83
<i>M. scabrella</i>	81	40	0	0	90

E1= ensayo 1
E3= ensayo 3
E4= ensayo 4

En cuanto a *Guazuma ulmifolia*, las pseudoestacas fueron grandemente afectadas por la época seca.

La plantación por estacas fue mala para las tres especies en el campo. Esto puede ser debido no sólo a la falta de agua sino también a otros factores tales como la edad y el estado fisiológico del árbol madre durante la recolección de las estacas.

Las plantas con pan de tierra tuvieron una sobrevivencia muy alta, debido a una mayor resistencia de este método en condiciones adversas.

5.5.2 Crecimiento inicial

El crecimiento inicial fue muy bajo durante la duración de este ensayo, debido a la época seca que siguió la plantación. Sin embargo, no se puede adelantar conclusiones, ya que se necesitaría mucho más tiempo para hacer evaluaciones válidas del incremento en altura y en diámetro.

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de estos ensayos, se puede concluir:

1. Cuando se realizó la plantación durante la última fase de la época lluviosa: *B. quinatum* tuvo alto porcentaje de sobrevivencia con las pseudoestacas y las plantas con pan de tierra.
G. sepium tuvo alto porcentaje de sobrevivencia con la siembra directa, las pseudoestacas y las plantas con pan de tierra.
G. arborea tuvo alto porcentaje de sobrevivencia con la siembra directa, las pseudoestacas y plantas con pan de tierra.
G. ulmifolia tuvo alto porcentaje de sobrevivencia sólo con las plantas provistas de pan de tierra.
M. scabrella tuvo alto porcentaje de sobrevivencia por siembra directa y con las plantas provistas de pan de tierra.
2. El crecimiento inicial fue muy bajo para todos los métodos de propagación ensayados para las diferentes especies, debido a la sequía.
3. Con el ácido indolbutírico, se aumentó el porcentaje de enraizamiento de las estacas de *G. sepium* y *G. arborea* y el número de raíces de las estacas de las tres especies, pero el tratamiento hormonal no influyó el largo de raíces de las estacas de las diferentes especies.
4. El mejor porcentaje de enraizamiento de las estacas en el vivero, se obtuvo en arena pura para *G. sepium*, mientras que para *G. arborea*, fue en la mezcla arena-tierra.

7. RECOMENDACIONES

1. Debido a la alta sobrevivencia obtenida con la siembra directa de *G. sepium*, *G. arborea* y *M. scabrella*, antes de la última fase de la época lluviosa, se recomienda probar, en mayor escala, estas especies por siembra directa, en condiciones de Turrialba y también en otras condiciones, especialmente donde el costo de plantación es un factor limitante para los programas de reforestación.
2. Además, se recomienda probar *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* por pseudoestacas, donde no es factible la siembra directa, a menos que las características del sitio obligan a usar plántulas con pan de tierra, criadas en bolsas.

7. LITERATURA CITADA

1. AGPAOA, A. C. y ZAMORA, R. A. Agriform slow-release tablet fertilizer effects on the growth and survival of benguet pine (*Pinus kesuya*), yemane (*Gmelina arborea*) and kalantas (*Toona calantas*) seedlings. Sylvatrop Philippine Forest Research Journal 1(2):135-137. 1976.
2. BAGGIO, A. J. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Glicicidia sepium* (Jacq.) Steud., en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1982. 91 p.
3. BAUER, J. Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, Honduras, CONDEFOR, 1982. 42 p.
4. BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de bracatinga. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4º, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 25-37.
5. BOULET-GERCOURT, M. Monographie du *Gmelina arborea*. Bois et Forets des Tropiques no. 172:3-23. 1977.
6. BRANDI, R. M. y FELIX DE BARROS, N. Enraizamiento de estacas de *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Ceres 18(98):270-279. 1971.
7. BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. Forest mensuration. New York, Mc Graw-Hill, 1942. 425 p.
8. CAMPBELL, T. E. Spring sowing of longleaf pine reduces risk of seedling clipping. Journal of Forestry 68(10):658-659. 1970.
9. CAÑADAS CRUZ, L. E. Comportamiento de pseudoestacas en cinco especies maderables variando dosel y época de plantación. Tesis Mag. Agric. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 103 p.
10. CEDEÑO, S. O. y VILLAS, A. B. La *Gmelina arborea*, posible solución a las plantaciones en el trópico mexicano. Ciencia Forestal 3(13): 19-29. 1978.
11. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Descripción del ensayo: siembra directa. Experimento no. 69 (83-19); Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía:586-0089. Turrialba, Costa Rica, 1982. 35 p. (Mecanogr.).
12. COMBE, J. y GEWALD, N., eds. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 378 p.
13. CORNU, D. Le bouturage de feuillus divers. Revue Forestiere Française 29(4):279-284. 1977.

14. COSTA RICA: DIRECCION GENERAL FORESTAL. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía; Informe Técnico Anual 1983. San José, DGF, 1984. 181 p. (mecanogr.)
15. COZZO, D. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio Sur, 1976. 610 p.
16. CHAPMAN, H. H. Forest mensuration. New York, Mc Graw-Hill, 1949. 522 p.
17. DAVIDSON, J. Reproduction of *Eucalyptus deglupta* by cuttings. New Zealand Journal of Forestry Science 4(2):191-203. 1974.
18. DOAT, J. Caracteristiques papetieres d' une essence tropicale de reboisement: le *Gmelina arborea*. Bois et Forets des Tropiques no. 168:47-63. 1976.
19. DOUAY, J. *Gmelina arborea* Roxb.; Monographie. Bois et Forets des Tropiques no. 48:25-37. 1956.
20. _____. Bois d'allumettes; a la recherche d' essence nouvelle. Bois et Forets des Tropiques no. 52:45-48. 1957.
21. DUGANG, A. Sobre la denominación de tres Bombacaceas de la Costa Caribe. Barranquilla, Colombia, Litografía Barranquilla, 1938. 13 p.
22. ENRIGHT, L. J. Growth response of rooted cuttings of pine and spruce. Journal of Forestry 57(7):509-510. 1959.
23. EVANS, J. Plantation forestry in the tropics. London, Oxford University Press, 1982. 472 p.
24. FARMER J., R. E. Vegetative propagation of aspen by green-wood cuttings. Journal of Forestry 61(5):335-336. 1963.
25. FERNANDEZ S., B. Comportamiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. asociado con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos espaciamientos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1978. 125 p.
26. FLINTA, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO, 1960. 498 p. (FAO: Cuaderno de Fomento Forestal no. 15).
27. FLORIDO, L. V. y LIM SUAN, M. P. Survival of seeds and cuttings of Yemane (*Gmelina arborea*) under different slope exposures. Sylvatrop Philippine Forest Research Journal 2(1):55-58. 1977
28. FOREST RESEARCH IN INDIA, 1950-51. II Report for Burma and Indian States. Delhi, Manager of publications, 1956. 113 p.
29. _____. 1951-52. I. The Forest Research Institute. Delhi, Manager of Publications, 1959. 117 p.

30. GARCIA V., V. J. Enraizado de estacas, de seis especies forestales, con tres niveles de ácido indolbutírico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CAIIE, 1974. 45 p.
31. GEORGE B., L. F. y BOCHETTI F., C. E. Utilização de madeiras de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bra-catinga (*Mimosa scabrella*), embaúba (*Cecropia* sp.), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). IPEF no. 10:43-56. 1975.
32. COOR, A. Y. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. Roma, FAO, 1964. 265 p. (FAO: Cuaderno de Fomento Forestal no. 16).
33. GROOME, S. S. y LESS H., M. N. A summary of information of *Pterocarpus angolensis*. Forestry abstracts 18(2):153-162. 1957.
34. HARTMANN, H. T. y KESTER, D. E. Propagación de plantas; principios y prácticas. Cuba, Edición Revolucionaria, 1972. 693 p.
35. HOLDRIDGE, L. R. y POVEDA A., C. J. Arboles de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1975. vol. 1. 546 p.
36. HORSLEY, S. B. y ABBOTT, H. G. Direct seeding of paper birch in strip clearcutting. Journal of Forestry 68(8):635-638. 1970.
37. HORTON, K. W. y WANG, B., S. P. Experimental seeding of conifers in scarified strips. Forestry Chronicle 45(1):22-29. 1969.
38. HOWLAND, P. y HOSEGOOD, P. H. Observations on new techniques for the direct sowing of exotic softwoods in East Africa. Commonwealth Forestry Review 44(3):222-231. 1965.
39. HUECK, K. Los bosques de Sudamérica. Trad. del alemán por Ronald Brun. Eschborn, Alemania, GTZ, 1978. 476 p.
40. JACALNE, D. V.; MEIMBAN, J. R. y TALDE, J. F. A study on the stump planting of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) Philippines Journal of Forestry 13(1-2):63-80. 1959.
41. KLEINSCHMIT, J. A programme for large-scale cutting propagation of Norway spruce. New Zealand Journal of Forestry Science 4(2): 191-203. 1974.
42. LAHIRI, A. K. Propagation of *Cupressus cashmeriana* Royle and *Cyrtomeria japonica* Don, by stem cuttings. Indian Forester 101(5):264-268. 1975.
43. LAMB, A. F. A. *Omelina arborea*. s. l. Commonwealth Forestry Institute, 1968. 31 p.
44. LEDGARD, N. J. Research into the direct seeding of woody plants in high country vegetation. New Zealand Journal of Forestry 21(2): 253-264. 1976.

45. LEITOURNEUX, CH. Les méthodes de plantations forestières en Asie tropicale. Roma, FAO, 1957. 178 p. (FAO: Mise en valeur des forêts. no. 11).
46. LINDSAY, F. J. *Gliricidia maculata*. A Review. The International Tree Crops Journal no. 2:1-14. 1982.
47. LISBAO Jr. L. Bracatinga como fonte energética. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4º, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 133-143.
48. LITTLE, T. M. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Traducido del inglés por Anatolia de Paula Crespo. México, Trillas, 1983. 270 p.
49. LITTLE Jr., E. L., WADSWORTH, F. H. y MARRERO, J. A. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Puerto Rico, Editorial UPR, 1967. 827 p.
50. _____. Common fuelwood crops. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates, 1982. 354 p.
51. LOZANO J., O. R. Postes vivos para cercos. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 83 p.
52. MADEIRA NETO, J. S. y MACEDO, J. Contribuição para a interpretação dos levantamentos de solos. Brasília, EMBRAPA-CPAC, 1981. 32 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 6).
53. MAGNE, O. J. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupi y frijol, utilizando pseudoestacas y plantón en el transplante. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE, 1979. 90 p.
54. MANN Jr., W. F. y BURKHALTER, H. D. The south's largest successful direct seeding. Journal of Forestry 59(2):83-87. 1961.
55. MARSHALL, R. C. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. London, Oxford University Press, 1939. 240 p.
56. MARTIN, B. Amélioration génétique des espèces exotiques introduites en République Populaire du Congo. Bois et Forêts des Tropiques no. 138:3-26. 1971.
57. _____. Bouturage. Voie d'avenir pour les reboisements au Congo. Bois et Forêts des Tropiques no. 145:17-21. 1972.
58. _____. y QUILLET, J. Bouturage des arbres forestiers au Congo. Bois et Forêts des Tropiques no. 154:41-57. 1974.
59. _____. y QUILLET, J. Bouturage des arbres forestiers au Congo. Bois et Forêts de Tropiques no. 155:15-33. 1974.

60. MARTIN, B. y QUILLET, G. Bouturage des arbres forestiers au Congo. Bois et Forêts des Tropiques no. 156:39-61. 1974.
61. MARTINEZ H., H. A. Algunas especies aptas para leña. Guatemala, Proyecto Leña, 1981. 44 p.
62. MELCHIOR, G. H. CARROZ, R., GUTIERREZ, V. y TORRES, G. Propagation agamica saqui-saqui (*Bombacopsis quinata* (Jacq. Dugand) por injerto. Revista Forestal Venezolana 14(21):57-64. 1974
63. _____. La propagación vegetativa de *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand (Saqui-Saqui) por estacas de epicótilos. Mérida, Venezuela. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Boletín N° 39-40. 1972. pp. 53-61.
64. _____. y QUIJADA, R. Results of nine year trials on vegetative propagation of *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand by branch setts. Silvae Genetica 21(5):164-165. 1972.
65. MENDES FILHO, J. M. de A.; POGGIANI, F. y PEDREIRACAPA, R. Comportamento de tres especies florestais em solo alterado pela exploracao do xisto na regio de Sao Mateus do Sul - PR. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4°, Curitiba, 1981 Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 149-159.
66. MENDOZA, V. B. y GLORI, A. V. Fertilization of yemane (*Gmelina arborea*) in Carraglan, Nueva Ecija. Silvotrop Philippine Forest Research Journal 1(2):138-141.
67. MERRIFIELD, L. E. y HOWCROFT N., H. S. Propagation of cedar, *Toona sureni* (BL) Merr., from cuttings treated with growth substances Turrialba, Costa Rica 25(1):54-57. 1975.
68. MERRIFIELD, R. G., FOIL, R. R. y HANSBROUGH, T. The development of direct seeded stands of loblolly pine. Journal of Forestry 66(9):696-700. 1968.
69. MOMOSE, Y. Vegetative propagation of Malaysian trees. The Malaysian Forester 41(3)219-223. 1978.
70. MUÑOZ, A. M. Comportamiento inicial del laurel plantado en asocio con maíz bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 78 p.
71. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Sowing forests from the air. Washington, D. C. National Academy Press, 1981. 61 p.
72. _____. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D. C., 1980. 237 p.
73. _____. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D. C., 1983. v. 2, 92 p.

74. NIENSTAEDT, H. Vegetative propagation in forest genetics research and practice. *Journal Forestry* 56(11):826-829. 1958.
75. OSTLE, B. Statistics in research; basic concepts and techniques for research workers. Ames, Iowa State University Press, 1960. 487 p.
76. PALMER, E. R. *Gmelina arborea* as a potencial source of hardwood pulp. *Tropical Science* 16(3):243-260. 1973.
77. PARRY, M. S. Métodos de plantación de bosques en el Africa Tropical. Roma, FAO, 1957. 334 p. (FAO: Cuaderno de Fomento Forestal no. 8).
78. PEARCE, S. C. Field experimentation with fruit trees and other perennial plants 2 ed. Maidstone, Inglaterra. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1976. 182 p.
79. PEDROSO, L. M. Informações sobre o atual comportamento de especies exóticas na região do médio Amazonas. *Brasil Florestal* 4(16): 64-68. 1973.
80. PEREZ, A. E. Plantas útiles de Colombia, Bogotá, Talleres de la Imprenta Nacional, 1947. 537 p.
81. PERINO, J. M. Rehabilitation of a denuded watershed through the introduction of Kakawate (*Glicicidia sepium* Jacq.) *Sylvatrop Philippine Forest Research Journal* 4(2):49-67. 1979.
82. PRODUCCION FORESTAL. Trillas, México, 1983. 134 p.
83. QUIJADA, R. M. y GUTIERREZ, V. Estudios sobre la propagación vegetativa de especies forestales venezolanas. *Revista Forestal Venezolana* 14(2):43-56. 1971.
84. QUISUMBING, E. Medicinal plants of the Philippines. Manila, 1951. 1234 p.
85. RAMALHO C., P. E. Comportamento da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em plantios experimentais. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4º, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 53-65.
86. RAO, H. S. Vegetative propagation and forest tree improvement. *Indian Forester* 79(3):176-183. 1953.
87. RECORD, S. J. y HESS, R. W. Timbers of the new world. New Haven, Yale University Press, 1943. 640 p.
88. REICHMANN N., F. y SILVA, L. B. Xavier da. Aproveitamento de áreas marginais a reservatorios de hidreléctricos. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4º, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 111-115.

89. REICHMANN N., F. Revegetilização de áreas marginais a reservatórios de hidrelétricas. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4°, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 103-109.
90. RODRIGUEZ S., J. R. Consideraciones sobre la producción de pulpa para papel a partir de maderas de especies latifoliadas venezolanas. Revista Forestal Venezolana 8(12-13):19-37. 1965.
91. ROIG, J. T. y MESA. Plantas medicinales. Habana, Cuba, 1945. 872 p.
92. ROTTA, E. y MALHEIROS DE OLIVEIRA, Y. D. Area de distribución natural da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4°, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 1-23.
93. SIMOES, J. W.; POGGIANI, F.; BALLONI, E. A.; RORIZ, M. de Sá.; CORREIRA L., J. C. y DIDIGAL, R. M. Adaptabilidad de espécies florestais de rápido crecimiento em solo alterado pela exploração do xisto. IPEF, Piracicaba (16):1-12. 1978.
94. STURION, J. A. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", 4°, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA, 1981. pp. 39-51.
95. TOUMEY, J. W. y KORSTIAN, C. F. Siembra y plantación en la práctica forestal. Buenos Aires, Suelo Argentino, 1954. 480 p.
96. UGALDE, A. L. Especies sugeridas para la producción de leña en Centro América y resultados de algunas experiencias. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 11 p.
97. VARGAS B., R. Estudio sobre el enraizamiento de *Eucalyptus deglupta* Blume. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1982. 60 p.
98. VARGAS C., M. J. Datos sobre algunas maderas de Costa Rica. s.n.t.
99. VASTEY, J. de. Estudios sobre propagación de especies forestales por estacas. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1962. 62 p.
100. WEAVER, R. J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, 1976. 622 p.
101. WEBB, D. B., WOOD, P. J. y SMITH, H. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. London, Commonwealth Forestry Institute, 1980. 342 p.
102. WEIDELT, H. J. Comp. Manual of reforestation and erosion control for the Philippines. Eschborn, Alemania, G.T.Z., 1976. 569 p.

103. WRIGHT, J. Introduction to forest genetics. New York, Academic Press, 1976. 463 p.
104. WRIGHT, J. W. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Roma, FAO, 1964. 436 (FAO: Estudios de silvicultura y productos forestales no. 16).
105. ZAKARIA, I. y ONG, T. H. Vegetative propagation of yemane (*Gmelina arborea*) by stem cutting. Malaysian Forester 45(2):282-284. 1982.
106. ZAMORA, R. A. y AGPAOA, A. C. Months for planting *Gmelina arborea* stumps of different ages. Phillipine Forest Research Journal no. 1:38-43. 1976.
107. ZANONI M., C. A. Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 100 p.

A N E X O

Cuadro A1: Resumen de datos meteorológicos (junio 1983 - mayo 1984)

Mes	Lluvia mm	Lluvia* mm	T. Max. °C	T. Min. °C	T. Med. °C	H. R. Min %	H. R. Med %	Insolación horas	Radiación mensual cal/cm ²	Radiación directa cal/cm ²	Evap. T. A. mm
Junio	246,0	28,6	19,6	23,3	23,3	55,4	87,5	150,4	13291,0	443,0	105,3
Julio	203,0	27,7	19,6	22,8	22,8	59,3	87,8	108,1	12193,0	393,0	93,2
Agosto	237,2	156,1	27,7	19,5	22,8	58,1	88,0	130,8	13587,0	436,3	101,5
Septiembre	314,3	256,3	27,9	19,2	22,7	56,5	87,6	120,5	14046,0	468,2	117,8
Octubre	430,7	502,5	27,1	19,0	21,8	58,3	89,8	135,9	13065,0	421,5	113,2
Noviembre	132,9	116	27,2	18,9	21,3	57,4	89,1	126,3	11505,0	332,5	93,4
Diciembre	110,6	104,4	26,5	17,2	21,0	54,5	86,9	106,9	10885,0	351,4	91,4
Enero	250,2	230,8	24,3	16,2	19,4	57,7	87,8	117,7	11847,0	382,2	81,6
Febrero	172,2	156,2	26,20	19,93	20,68	53,34	85,39	134,80	12523,0	431,63	96,9
Marzo	43,30	15,3	26,91	17,16	21,45	49,74	81,70	174,60	16212,0	522,97	135,90
Abril	12,80	11,5	28,72	17,79	22,87	43,15	77,93	205,0	17382,0	579,40	148,50
Mayo	251,90	251,5	26,96	18,28	21,89	54,35	85,90	150,30	14479,0	467,66	134,20

* Datos tomados de la estación "La Montaña"

Cuadro N.º. Resultados del análisis físico y químico de suelos (Ensayo I).

Bloques	Profundidad (cm)	p.H.	Z M.O.	Z N	P mg/ml	mg/100 ml de suelo			Ac. Ext.	mg/ml			Z Arena	Z Lina	Z Arcilla	
						K	Ca	Mg		Cu	Zn	Mn				Fe
Bloques I-II	0 - 20	5,4	7,29	0,35	5,5	0,11	1,9	0,80	1,6	20,5	2,1	15,8	975,0	11	23	63
	20 - 50	5,4	8,91	0,39	5,2	0,12	1,2	0,56	1,9	19,4	6,3	21,0	995,0	47	41	49
Bloques III-IV	0 - 20	5,5	5,29	0,30	4,5	0,05	0,9	0,26	2,5	29,1	2,6	8,8	1310,0	15	18	67
	20 - 50	5,4	6,23	0,25	4,5	0,04	0,4	0,20	2,5	22,3	5,7	10,7	1025,0	19	19	63

Cuadro A3. Porcentaje de germinación inicial después de la siembra directa de 5 especies forestales en campo abierto.

Especie	CON REPELENTE					SIN REPELENTE				
	B1	B2	B3	B4	Promed.	B1	B2	B3	B4	Promed.
<i>B. quinatum</i>	22	20	13	34	22	31	22	14	19	22
<i>G. sepium</i>	65	75	70	58	67	70	92	60	58	70
<i>G. arborea</i>	55	50	22	15	36	28	45	40	15	32
<i>M. scabrella</i>	21	23	25	11	20	28	24	24	2	20
Promedio	41	42	32	30	36	39	46	34	24	36

Cuadro A4. Porcentaje de sitios con una o más plantas después de la siembra directa de 5 especies forestales en el campo.

Especie	CON REPELENTE					SIN REPELENTE				
	B1	B2	B3	B4	Pormed.	B1	B2	B3	B4	Promed.
<i>B. quinatum</i>	55	65	30	70	55	80	55	55	60	62
<i>G. sepium</i>	80	100	85	60	81	45	100	70	70	71
<i>G. arborea</i>	60	65	36	20	45	45	65	55	30	49
<i>M. scabrella</i>	40	45	55	30	42	50	45	50	5	38

Cuadro A5. Porcentaje de germinación después de la resiembra de 5 especies forestales en campo abierto.

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	30	22	20	24	24
<i>G. sepium</i>	74	84	72	61	73
<i>G. arborea</i>	54	56	21	24	39
<i>M. scabrella</i>	33	18	27	17	24

Cuadro A6. Porcentaje de sitios con una o más plantas después de la resiembra de 5 especies forestales en campo abierto.

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	90	80	85	78	82
<i>G. sepium</i>	100	100	100	98	98
<i>G. arborea</i>	100	95	50	65	78
<i>M. scabrella</i>	85	68	95	75	80

Cuadro A7. Porcentaje de sitios con planta a los 4 meses de la siembra directa.

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	90	68	65	72	75
<i>G. sepium</i>	100	100	100	90	98
<i>G. arborea</i>	100	92	38	45	70
<i>M. scabrella</i>	78	45	82	52	65

Cuadro A8. Porcentaje de sitios con planta a los 6 meses de la siembra directa.

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	85	55	65	65	68
<i>G. sepium</i>	100	100	100	88	98
<i>G. arborea</i>	100	90	35	40	65
<i>M. scabrella</i>	78	45	82	52	65

Cuadro A9. Porcentaje de sitios con planta a los 8 meses de la siembra directa.

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	80	48	52	60	60
<i>G. sepium</i>	100	100	100	85	95
<i>G. arborea</i>	98	90	35	40	65
<i>M. scabrella</i>	78	45	80	52	65

Cuadro A10. Altura total a los 4 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	7	11	8	8	9
<i>G. sepium</i>	22	16	14	18	18
<i>G. arborea</i>	40	27	14	19	25
<i>M. scabrella</i>	31	30	38	15	28
Promedio	25	21	19	15	20

Cuadro A11. Altura total a los 6 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	7	12	10	8	9
<i>G. sepium</i>	32	18	20	28	24
<i>G. arborea</i>	67	46	23	35	42
<i>M. scabrella</i>	48	66	86	25	56
Promedio	38	36	35	24	33

Cuadro A12. Altura total a los 8 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (cm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	7	12	10	8	9
<i>G. sepium</i>	36	20	30	34	30
<i>G. arborea</i>	73	53	28	41	49
<i>M. scabrella</i>	55	79	95	63	73
Promedio	42	41	41	37	40

Cuadro A13. Diámetro basal a los 4 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	3	4	4	3	4
<i>G. sepium</i>	6	6	5	6	6
<i>G. arborea</i>	7	6	5	5	6
<i>M. scabrella</i>	7	6	9	6	7
Promedio	6	6	6	5	6

Cuadro A14. Diámetro basal a los 6 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	4	5	6	3	4
<i>G. sepium</i>	6	7	6	7	7
<i>G. arborea</i>	14	10	11	7	10
<i>M. scabrella</i>	10	11	12	8	10
Promedio	8	8	9	7	8

Cuadro A15. Diámetro basal a los 8 meses de 5 especies forestales establecidas por siembra directa (mm).

Especies	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
<i>B. quinatum</i>	4	5	6	3	4
<i>G. sepium</i>	8	7	7	7	8
<i>G. arborea</i>	16	12	7	9	11
<i>M. scabrella</i>	11	14	16	12	13
Promedio	10	10	8	8	9

Cuadro A16. Número de estacas enraizadas a 4 meses y medio de la plantación en el vivero.

Especies	Hormonas	Arena pura					Arena - Tierra (1:1)					Total Horm.	Total Espec.
		B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total		
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	7	4	5	2	18	10	6	2	1	19	37	
	Con AIB	15	7	7	8	37	7	2	8	4	21	58	
	Total	22	11	12	10	55	17	8	10	5	40		95
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3	4	
	Con AIB	0	1	1	4	6	3	2	4	0	9	15	
	Total	0	1	1	5	7	4	3	4	1	12		19
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	2	
	Con AIB	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	2	
	Total	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2		4

Cuadro A17. Número de estacas verdes a 4 meses y medio de la plantación en vivero.

Especies	Hormonas	Arena pura					Arena - Tierra (1:1)					Total Horm.	Total Espec.
		B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total		
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	3	1	0	1	5	0	0	1	1	2	7	
	Con AIB	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
	Total	3	1	0	1	5	1	0	1	1	3		8
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
	Con AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0		1
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
	Con AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0		3

Cuadro A18. Número de estacas con callo a 4 meses y medio de la plantación en vivero.

Especies	Hormonas	Arena pura					Arena - Tierra (1:1)					Total	Total
		B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	Horm.	Espec.
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Con AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	1	0	1	2	4	1	0	2	2	5	9	
	Con AIB	1	0	3	0	4	5	0	0	0	5	9	
	Total	2	0	4	2	8	6	0	2	2	10		18
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Con AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

Cuadro A19. Número de estacas muertas a 4 meses y medio de la plantación en vivero.

Especies	Hormonas	Arena pura					Arena - Tierra (1:1)					Total	Total
		B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	Horm.	Espec.
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	10	15	15	17	47	10	14	17	18	59	116	
	Con AIB	5	13	9	12	39	13	17	12	16	58	97	
	Total	15	28	24	29	86	23	31	29	34	117		213
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	18	20	19	17	74	18	19	18	17	72	146	
	Con AIB	19	19	16	16	70	16	18	16	20	70	140	
	Total	37	39	35	33	144	34	37	34	37	142		286
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	18	19	19	20	76	20	20	19	20	79	155	
	Con AIB	20	20	20	19	79	20	20	20	19	79	158	
	Total	38	39	39	39	155	40	40	39	39	158		313

Cuadro A20. Número promedio de raíces de las estacas enraizadas.

Especies	Hormonas	Arena pura				Total	Arena-Tierra (1:1)				Total Horm.	Total Espec.
		B1	B2	B3	B4		B1	B2	B3	B4		
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	4	7	5	4	5	6	8	5	5	6	6
	Con AIB	5	15	7	10	8	6	4	8	7	6	7
	Total	4	10	6	7	7	6	6	6	6	6	6
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	0	0	0	5	1	3	4	0	2	2	2
	Con AIB	0	4	5	5	4	4	2	0	2	3	
	Total	0	2	2	5	2	4	3	2	1	2	2
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	0	0	12	0	3	0	0	1	0	1	2
	Con AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Total	0	0	6	0	2	0	0	1	1	1	1

Cuadro A21. Largo promedio de raíces de las estacas enraizadas.

Especies	Hormonas	Arena pura				Total	Arena-Tierra (1:1)				Total Horm.	Total Espec.
		B1	B2	B3	B4		B1	B2	B3	B4		
<i>G. sepium</i>	Sin AIB	12	14	9	11	11	9	15	11	10	11	11
	Con AIB	10	14	11	11	11	13	18	12	11	14	13
	Total	11	14	10	11	11	11	16	12	10	12	12
<i>G. arborea</i>	Sin AIB	0	0	0	11	3	26	12	0	10	12	7
	Con AIB	0	8	10	12	8	8	8	10	8	7	7
	Total	0	4	5	12	6	17	10	5	5	9	7
<i>B. quinatum</i>	Sin AIB	0	0	8	0	2	0	0	13	0	3	3
	Con AIB	0	0	0	4	1	0	0	0	2	0	1
	Total	0	0	4	2	2	0	0	6	1	2	2

Cuadro A22. Porcentaje de sobrevivencia a los 3 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	94	97	89	92	93	97	97	100	100	98	97	94	100	97	97
Pseudoestacas	100	92	86	89	92	100	100	100	100	100	92	89	86	97	91
Siembra directa	50	89	47	80	66	89	94	78	92	88	89	53	67	74	
Estacas	0	3	11	36	12	50	78	36	61	56	3	3	3	0	2

Cuadro A23. Porcentaje de sobrevivencia a los 6 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	92	97	86	86	90	97	97	100	100	98	89	94	100	94	94
Pseudoestacas	94	92	86	89	90	100	100	100	100	100	69	69	72	89	88
Siembra directa	17	56	33	67	43	67	78	78	89	78	17	68	53	58	44
Estacas	0	3	6	36	11	19	61	17	11	27	0	3	0	0	1

Cuadro A24. Incremento en altura a los 3 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* (cm)

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	4	4	8	3	5	4	4	11	7	7	19	20	18	18	19
Pseudoestacas	9	5	6	7	7	3	8	5	19	9	6	11	11	17	11
Siembra directa	6	4	6	5	5	8	6	10	8	8	9	10	11	16	11

Cuadro A25. Incremento en altura a los 6 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* (cm).

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	7	5	8	6	6	5	10	10	16	10	22	27	28	25	25
Pseudoestacas	12	5	10	8	9	7	17	8	26	14	6	14	14	28	16
Siembra directa	6	8	7	6	7	10	9	12	10	10	15	16	17	25	18

Cuadro A26. Incremento en diámetro a los 3 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* (mm)

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	2	2	2	1	2	3	5	3	3	3	4	6	4	4	5
Pseudoestacas	4	3	2	3	3	3	3	2	4	3	5	5	3	6	5
Siembra directa	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	2

Cuadro A27. Incremento en diámetro a los 6 meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea* (mm).

Métodos	<i>B. quinatum</i>					<i>G. sepium</i>					<i>G. arborea</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de															
tierra	2	2	2	2	2	3	5	4	4	4	5	13	6	7	8
Pseudoestacas	6	4	4	4	4	4	4	4	5	4	7	9	7	7	7
Siembra directa	2	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	4

Cuadro A28. Porcentaje de sobrevivencia de tres métodos de propagación de *G. ulmifolia* y *M. scabrella*, a cuatro meses de la plantación.

Métodos	<i>G. ulmifolia</i>					<i>M. scabrella</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de tierra	73	97	80	80	82	73	83	97	89	90
Pseudoestacas	47	31	39	19	34	0	0	0	0	0
Siembra directa	0	0	0	0	0	28	61	39	31	40

Cuadro A29. Incremento en altura de tres métodos de propagación de *G. ulmifolia* y *M. scabrella*, a cuatro meses de la plantación (cm).

Métodos	<i>G. ulmifolia</i>					<i>M. scabrella</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de tierra	8	9	4	7	7	12	8	58	26	26
Pseudoestacas	14	19	12	9	13	0	0	0	0	0
Siembra directa	0	0	0	0	0	10	8	6	8	8

Cuadro A30. Incremento en diámetro de tres métodos de propagación de *G. ulmifolia* y *M. scabrella*, a cuatro meses de la plantación (mm).

Métodos	<i>G. ulmifolia</i>					<i>M. scabrella</i>				
	B1	B2	B3	B4	Total	B1	B2	B3	B4	Total
Plantas con pan de tierra	2	2	2	2	2	3	2	5	4	4
Pseudoestacas	5	6	6	5	6	0	0	0	0	0
Siembra directa	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2

Cuadro A31. Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia a los tres meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
		CM	CM	CM
Bloques	3	121	93	56
Métodos de propagación	3	3200(**)	1579(**)	4636(**)
Error	9	140	76	52
Total	15			

Cuadro A32. Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia a los seis meses de 4 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
		CM	CM	CM
Bloques	3	164	45	128
Métodos de propagación	3	3037(**)	2964(**)	4168(**)
Error	9	103	79	68
Total	15			

Cuadro A33. Análisis de varianza para incremento en altura a los tres meses de 3 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i> <i>G. sepium</i> <i>G. arborea</i>		
		CM	CM	CM
Bloques	3	0,11	0,38	0,13
Métodos de propagación	2	0,08(NS)	0,07(NS)	0,44(*)
Error	6	0,06	0,25	0,06
Total	11			

Cuadro A34. Análisis de varianza para incremento en altura a los seis meses de 3 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i> <i>G. sepium</i> <i>G. arborea</i>		
		CM	CM	CM
Bloques	3	0,09	0,37	0,25
Métodos de propagación	2	0,08(NS)	0,07(NS)	0,36(NS)
Error	6	0,06	0,16	0,08
Total	11			

Cuadro A35. Análisis de varianza para incremento en diámetro a los tres meses de 3 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
		CM	CM	CM
Bloques	3	0,33	0,67	1,67
Métodos de propagación	2	1,5(NS)	1,50(NS)	6,00(*)
Error	6	0,33	0,67	1,00
Total	11			

Cuadro A36. Análisis de varianza para incremento en diámetro a los seis meses de 3 métodos de propagación de *B. quinatum*, *G. sepium* y *G. arborea*.

Fuente de variación	GL	<i>B. quinatum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. arborea</i>
		CM	CM	CM
Bloques	3	0,22	0,53	7,67
Métodos de propagación	2	7,00(*)	0,58(NS)	17,50(NS)
Error	6	0,56	0,36	3,50
Total	11			

Cuadro A37. Análisis de varianza para altura total de 4 especies establecidas por siembra directa.

Fuente de variación	GL	CM(4 meses)	CM(6 meses)	CM(8 meses)
Bloques	3	0,14	0,09	0,02
Especies	3	1,04(**)	2,23(**)	3,23(**)
Error	9	0,10	0,18	0,11
	15			

Cuadro A38. Análisis de varianza para diámetro basal de 4 especies forestales establecidas por siembra directa.

Fuente de variación	GL	CM (4 meses)	CM(6 meses)	CM(8 meses)
Bloques	3	0,81	3,22	0,07
Especies	3	10,96(**)	33,35(**)	1,05(**)
Error	9	1,04	2,52	0,06
Total	15			

Cuadro A39. Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia, incremento en altura y en diámetro a los 4 meses de 3 métodos de establecimiento de *G. ulmifolia* y *M. scabrella*.

Fuente de variación	GL	Sobrevivencia Incr. en al- Incr. en diámetro		
		CM	tura CM	CM
Bloques	3	68	0,01	0,04
Métodos de propagación	3	1395(**)	0,98(NS)	1,50(**)
Error	9	64	0,34	0,05
Total	15			

Cuadro A40. Análisis de varianza para número de estacas enraizadas.

Fuente de variación	GL	CM
Bloques	3	0,15
Especies	2	18,34(**)
Hormonas	1	1,96(*)
Sustrato	1	0,01
EspeciesxHormonas	2	0,50
EspeciesxSustrato	2	0,66
HormonasxSustrato	1	0,28
EspeciesxHormonasxSustrato	2	0,13
Error	33	0,44
Total	47	

Cuadro A41. Prueba de Tukey para número de estacas enraizadas.

Especies	Promedio	Hormonas	Promedio
<i>G. sepium</i>	9 a	Con AIB	8 a
<i>G. arborea</i>	3 b	Sin AIB	5 b
<i>B. quinatum</i>	1 c		

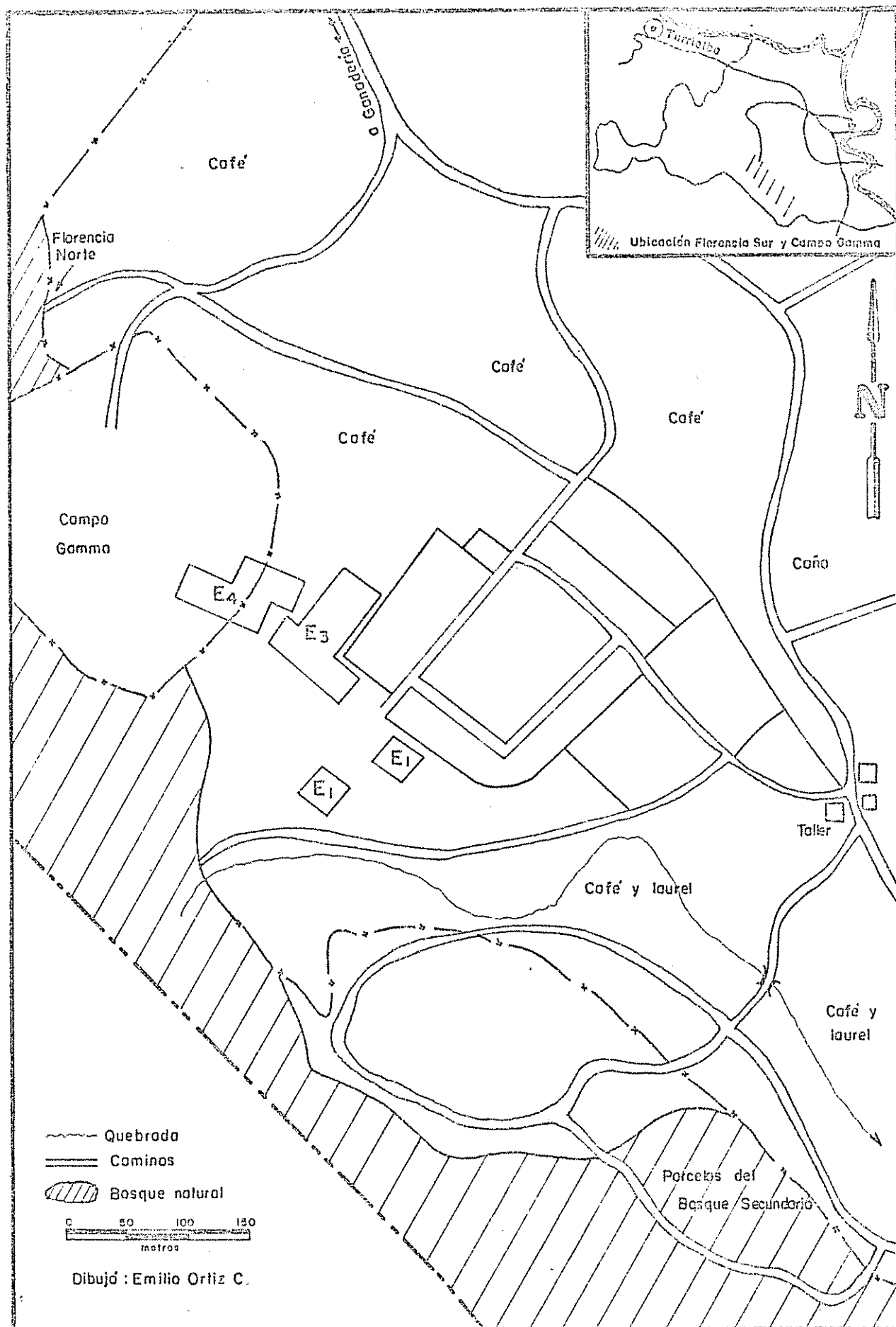


Figura 1A. Ubicación de los Ensayos 1, 3 y 4 en Florencia Sur y Campo Gamma.

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
IV	b ₀	b ₁	b ₁	b ₀	b ₀
	b ₁	b ₀	b ₁	b ₁	b ₁
III	b ₁	b ₀	b ₁	b ₀	b ₁
	b ₀	b ₁	b ₁	b ₁	b ₀

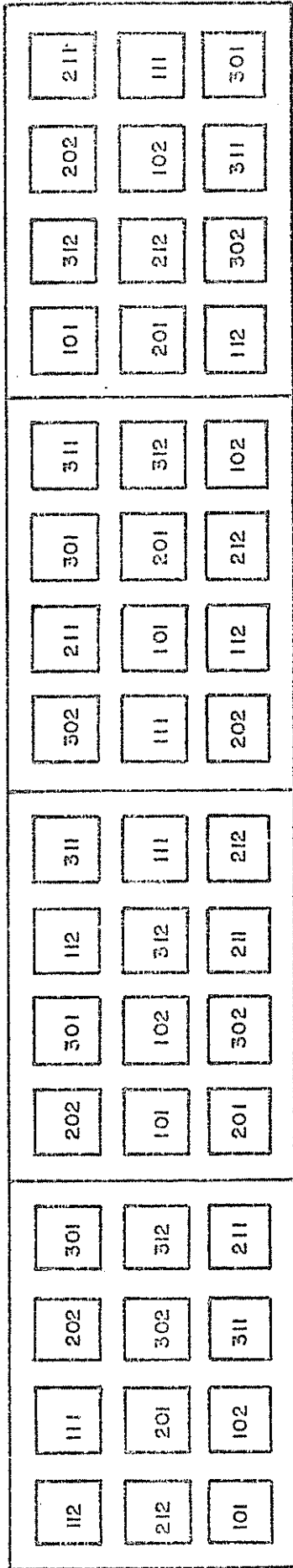
	E ₅	E ₁	E ₃	E ₂	E ₄
II	b ₁	b ₁	b ₀	b ₀	b ₀
	b ₀	b ₀	b ₁	b ₁	b ₁
I	b ₀	b ₁	b ₀	b ₀	b ₀
	b ₁	b ₀	b ₁	b ₁	b ₁

- E₁ = Guazuma ulmifolia
- E₂ = Gmelina arborea
- E₃ = Bombacopsis quinatum
- E₄ = Mimosa scabrella
- E₅ = Gliricidia sepium

b₀ = Testigo
 b₁ = Chile picante

Escala = 2cm = 5m

Figura 2A. Disposición de los Tratamientos del Ensayo I en Parcelas divididas con Cuatro Replicaciones en el Campo.



TRATAMIENTOS

- 100 = Gmelina arborea
- 200 = Bombacopsis quinatum
- 300 = Gliricidia sepium
- 000 = Sin AIB
- 010 = Con AIB
- 001 = Arena - Tierra
- 002 = Arena Pura

Figura 3A. Distribución de las Parcelas del Ensayo 2.

m₁ = Bolsas
 m₂ = Estacas
 m₃ = Pañoestacas
 e₁ = Grmelina arborea
 e₂ = Bombacopsis quinatum
 e₃ = Gliricidia sepium

		III				IV			
e ₃ m ₄	e ₂ m ₁	e ₂ m ₃	e ₁ m ₃	e ₂ m ₁	e ₂ m ₃	e ₂ m ₂	e ₃ m ₃	e ₂ m ₂	e ₃ m ₃
e ₂ m ₄	e ₃ m ₃	e ₂ m ₂	e ₂ m ₂	e ₃ m ₃	e ₁ m ₃	e ₂ m ₁	e ₁ m ₂	e ₂ m ₁	e ₁ m ₂
e ₃ m ₂	e ₂ m ₂	e ₁ m ₄	e ₃ m ₄	e ₂ m ₄	e ₃ m ₁	e ₂ m ₄	e ₁ m ₁	e ₃ m ₄	e ₁ m ₄
e ₁ m ₁	e ₁ m ₂	e ₁ m ₃	e ₃ m ₂	e ₁ m ₄	e ₃ m ₁	e ₂ m ₃	e ₂ m ₄	e ₃ m ₂	e ₃ m ₁
e ₂ m ₄	e ₁ m ₄	e ₁ m ₂	e ₁ m ₂	e ₁ m ₂	e ₁ m ₄	e ₁ m ₄	e ₂ m ₄	e ₃ m ₂	e ₃ m ₁
e ₂ m ₁	e ₁ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁	e ₃ m ₁
e ₂ m ₃	e ₃ m ₃	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄	e ₃ m ₄

Escala 1cm = 6m
 Distancia de plantación = 2m x 2m
 Parcela = 144 m²

Figura 4A. Distribución de los Tratamientos del Ensayo 3

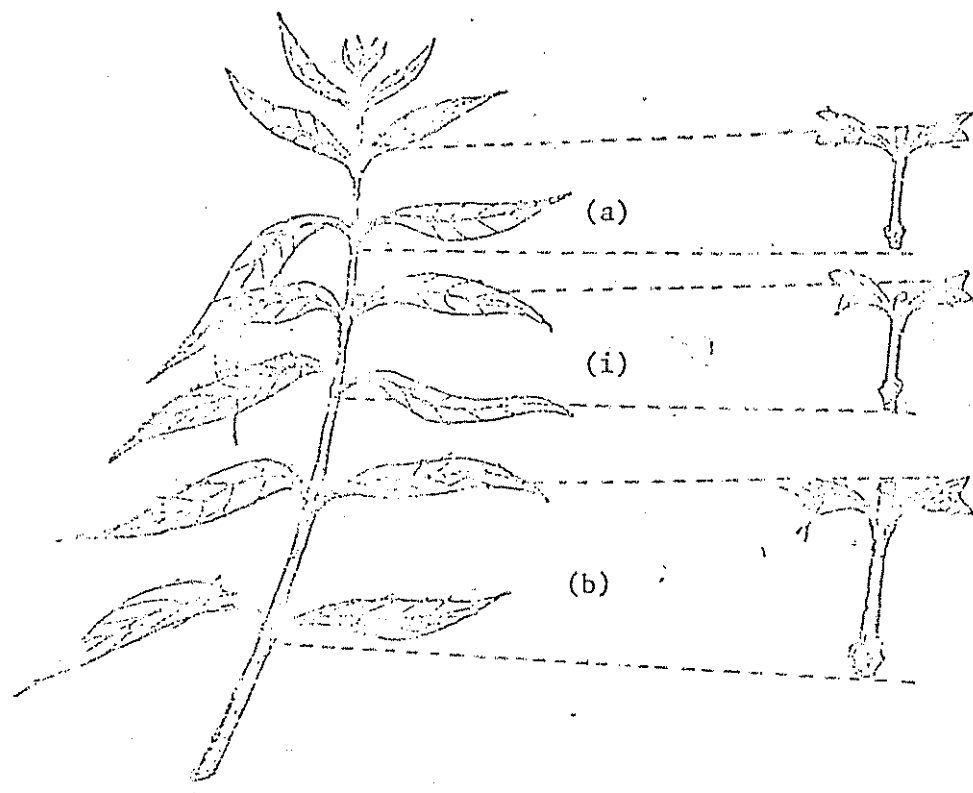


Figura 6A. Esquema que muestra las subdivisiones de una rama para obtener las estacas apicales (a), intermedias (i) y basales (b).

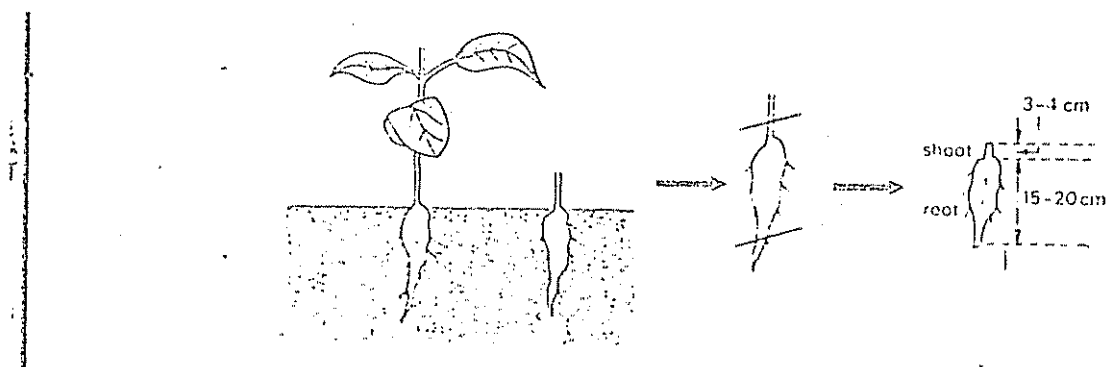


Figura 7A. Diagrama de la preparación de pseudoestacas.