

COMPORTAMIENTO EN LA BROTAÇÃO DE LAS YEMAS DE ESTACAS DE *Guadua angustifolia* KUNTH EMPLEADAS EN LA PROPAGACIÓN

J. Gallardo[✉], Marisol Freire, J. León, Yudith García, Saida Pérez y Milagros González

ABSTRACT. *Guadua angustifolia* Kunth is a Central American plant, which is very important from the economical and social viewpoint. Stake propagation has not been used in this species, due to the low coefficients of sprouting and explant survival, since stakes from lateral shoots of adult plants are the ones employed for propagation. Thus, the present work was aimed at developing a strategy for bud sprouting under nursery conditions in stakes from shoots of adult plants and growing stems. The effect of stake diameter on bud sprouting was evaluated, comparing stakes with bigger and smaller diameters than one centimeter. The relationship between stake diameter and bud growth dynamics was studied by using stakes with different diameters (1-1.4; 1.5-1.9; 2-2.4; 2.5-3 cm), besides evaluating bud size every week of culture. Buds of *Guadua angustifolia* sprouted 53.2 % when using stakes with bigger diameters than one centimeter for propagation. During the week 2 of culture, the highest sprouting percentages were recorded, they being significantly superior to the other weeks. By employing stakes with bigger diameters, larger buds with bigger base diameters were reached. During the weeks 3, 4 and 5 of culture, occurred the highest bud growth increments in all treatments studied.

RESUMEN. *Guadua angustifolia* Kunth es una planta de origen centroamericano con gran importancia desde el punto de vista económico y social. La propagación por estacas en esta especie no ha podido ser utilizada, debido a los bajos coeficientes de brotación y supervivencia de las plantas, ya que se emplean para la propagación estacas a partir de ramas laterales de plantas adultas. El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar una estrategia para lograr la brotación de las yemas en condiciones de viveros a partir de estacas obtenidas de ramas de plantas adultas y tallos de chusquines en crecimiento. Se evaluó la influencia del diámetro de las estacas en la brotación de las yemas, donde se compararon estacas con diámetro mayor y menor de un centímetro. Se estudió la relación entre el diámetro de las estacas y la dinámica de crecimiento de las yemas brotadas, para lo cual se emplearon estacas con diferentes diámetros (1-1.4; 1.5-1.9; 2-2.4; 2.5-3 cm) y se evaluó el largo de las yemas por semana de cultivo. Se logró la brotación de las yemas de *Guadua angustifolia* con un 53.2 %, al emplear para la propagación estacas con un diámetro mayor de un centímetro. Durante la semana 2 de cultivo, se obtienen los mayores porcentajes de brotación, siendo significativamente superiores con respecto a las demás semanas de cultivo. Con el empleo de estacas de mayor diámetro se obtuvieron las yemas de mayor tamaño y diámetro de la base. Durante las semanas 3, 4 y 5 de cultivo, ocurren los mayores incrementos en cuanto al crecimiento de las yemas en todos los tratamientos estudiados.

Key words: bambúes, *Guadua angustifolia*, brotación, propagación por esquejes, viveros

Palabras clave: bamboos, *Guadua angustifolia*, sprouting, stooling, plant nurseries

INTRODUCCIÓN

Guadua angustifolia es una especie de origen centroamericano con gran importancia desde el punto de vista económico y social. Muchos consideran las especies

de bambú como el acero vegetal, ya que al estar expuestas a diversas pruebas de sollicitación estructural, demuestran una altísima resistencia a la tracción y compresión. Tiene características iguales y, en algunos casos, superiores a las del acero; puede soportar esfuerzos de compresión dos veces mayores a los que resiste el cemento (1). La madera de este forestal puede ser utilizada tanto para la construcción de viviendas como para la fabricación de muebles y artesanías. El carbón obtenido a partir del bambú es utilizado en algunas regiones de Asia, para eliminar las termitas en los pisos de madera de las viviendas. Otro uso importante es en el mejoramiento del medio ambiente, debido al rápido crecimiento y la gran produc-

Ms.C. J. Gallardo, Investigador, Dra.C. Marisol Freire, Investigadora Auxiliar y Yudith García, Reserva Científica del Laboratorio de Embriogénesis Somática y Transformación Genética; Saida Pérez, Especialista del área de producción en Biofábrica y Milagros González, Especialista en ciencias agropecuarias y veterinarias del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), UCLV, Carretera a Camajuani km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, CP. 54 830; J. León, Especialista del Jardín Botánico de Cienfuegos, Calle real # 136, Pepito Tey, Cienfuegos, Cuba.

✉ gallardo@ibp.co.cu

ción de biomasa que presenta esta especie. Además, funciona como barrera contra la erosión de los suelos, al plantarse en las laderas de las colinas y riveras de los ríos.

La principal vía de propagación es a partir de chusquines, los cuales se encuentran en la base de los plántulas, y se originan a partir de las yemas adventicias en las raíces y rizomas. Estas pequeñas plantas emergen una vez que el plantón o el culmo es cosechado o por razones mecánicas del viento son derribadas. Este método de propagación es muy recomendado por el alto índice de supervivencia y desarrollo; cada brote que sale del rizoma puesto en vivero puede producir de dos a 12 plántulas nuevas en cuatro meses (2). Sin embargo, esta vía no puede ser empleada, ya que existe poca disponibilidad de material vegetal para poner en práctica esta metodología en Cuba. La propagación por estacas en esta especie no se ha podido emplear, debido a los bajos coeficientes de brotación y supervivencia de las plantas (0.7%), ya que para la propagación se han usado estacas a partir de ramas laterales (riendas) de plantas adultas y chusquines en crecimiento (Matambas).

Debido a la importancia que ha cobrado esta especie, lo limitado de este material vegetal en Cuba y lo difícil de propagarla con métodos de cultivo *in vitro*, el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una estrategia, para aumentar la brotación de las yemas a partir de estacas obtenidas de riendas y Matambas en condiciones de viveros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la fase de aclimatización del Instituto de Biotecnología de las Plantas, en condiciones de cultivo semi-controladas. Como material vegetal se emplearon estacas de *Guadua angustifolia* con una yema, a partir de riendas de plantas adultas y tallos de matambas procedentes del Jardín Botánico de Cienfuegos. **Procedimientos generales.** Se cortaron las riendas de plantas adultas y los tallos de matambas con diámetros entre 1 y 3 cm, para hacer las estacas a partir de sus yemas, con una longitud de 10 cm (5 cm a cada lado del nudo). Los explantes se colocaron en una solución enraizadora, en la que se combinaron 12 mg.L⁻¹ de ácido naftalenacético (ANA), 12 mg.L⁻¹ de ácido indolacético (AIA) y 12 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). Estas se plantaron en bolsas de polietileno con capacidad de 750 kg, empleando como sustrato humus de lombriz (80 %) y zeolita (20 %). Todas se pusieron en la misma dirección, de forma semi-vertical (inclinada) con la mitad del nudo bajo tierra y el otro extremo donde se encuentra la yema fuera de ella (Figura 1A).

El riego se aplicó por tres minutos con una frecuencia de 1 h. A los 20 días se realizó una aplicación de fertilizante (fórmula completa) disuelto en agua a una dosis de 11 mg.bolsa⁻¹. Pasados siete días, comenzaron las aplicaciones de Baifolan FORTE (1.5 ml.L⁻¹) dos veces a la semana y la misma solución enraizadora em-

pleada en el momento del corte con frecuencia de 15 días. A los 24 días de cultivo, se les eliminaron las hojas caulinares necrosadas de la base y se realizó un aporque hasta la altura de la base de las yemas.

Influencia del diámetro de la estaca en la brotación de las yemas. Para determinar el diámetro de las estacas, a partir del cual se logra la brotación de sus yemas, se emplearon estacas con diámetro entre 0.1 y 3 cm y se dividieron en dos grupos que constituyeron los tratamientos estudiados.

Tratamientos:

1. Estacas con diámetro menor de un centímetro
2. Estacas con diámetro mayor de un centímetro

Se realizaron observaciones diarias para determinar el inicio de la brotación y se evaluó el número de estacas brotadas. Este experimento se realizó tres veces en el tiempo y se evaluó el número de yemas brotadas por semana de cultivo. Los datos fueron procesados con el paquete estadístico *Statistics* versión 1.0 para *Windows* versión 95, donde se les realizó una prueba de proporción para determinar las diferencias entre las medias.

Efecto de la posición de las estacas en la solución enraizadora sobre la brotación de las yemas. Con el objetivo de determinar la posición de las estacas, en la cual se logra una mayor absorción y retención de los reguladores del crecimiento empleados en la solución enraizadora, dados por el porcentaje de brotación de las estacas, se estudiaron dos tratamientos: 1- Estacas con el entrenudo de la parte superior del nudo sumergido en la solución y 2- Estacas con el entrenudo de la parte inferior del nudo sumergido en la solución.

Este experimento se realizó tres veces en el tiempo y a los 5, 10, 18, 24 y 30 días, se evaluaron el número de yemas brotadas y el incremento de la brotación por semanas de cultivo, así como el inicio de la brotación. Los datos fueron procesados con el paquete estadístico *Statistics* versión 1.0 para *Windows* versión 95, donde se les realizó una prueba de proporción para determinar las diferencias entre las medias.

Relación entre el diámetro de las estacas y el crecimiento de los brotes. Para determinar la relación que existe entre el diámetro de las estacas empleadas en la propagación y el crecimiento y desarrollo de las yemas brotadas a partir de estas, se emplearon cuatro tratamientos: 1 (estaca con diámetro entre 1 y 1.4 cm), 2 (estaca con diámetro entre 1.5 y 1.9 cm), 3 (estaca con diámetro entre 2 y 2.4 cm) y 4 (estaca con diámetro entre 2.5 y 3 cm). Para determinar el incremento del crecimiento de los brotes por semana de cultivo, se empleó la fórmula siguiente:

$$CB = h_2 - h_1$$

Donde:

CB = Crecimiento de los brotes por semana de cultivo

h_2 = Altura de los brotes en la semana evaluada

h_1 = Altura de los brotes en la semana anterior.

Este experimento se realizó tres veces en el tiempo y se evaluó: el diámetro de la base de los brotes, la altura

de los brotes por semana de cultivo (cm), el número de hojas, comienzo de la emisión de las yemas (días), número de yemas por brote, primer entrenudo visible y número de entrenudos.

Los datos fueron procesados con el paquete *Statistics SPSS* versión 15.0 para *Windows*, donde se les realizó un ANOVA de clasificación simple y la diferencia entre las medias se determinó por la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del diámetro de la estaca en la brotación de las yemas. Se logró un 53.2 % de brotación de las yemas de *G. angustifolia* al emplear estacas con diámetro mayor de 1 cm, lo que podría estar dado por un mayor contenido de sustancias de reserva en ellas. Se realizó un estudio donde se utilizaron estacas de diferentes diámetros en la propagación de *Gliricidia sepium* y determinó la influencia significativa de este parámetro en la emisión de las yemas (3). La brotación de las yemas comenzó a los cinco días de plantadas las estacas (Figura 1B).



Figura 1. Estacas de riendas de plantas adultas y Matambas de *Guadua angustifolia* Kunth plantadas en condiciones semi-controladas de casas de cultivo. A. Estacas en el momento de la plantación en bolsas de polietileno. B. Comienzo de la brotación de las yemas a los cinco días de plantadas las estacas

Al evaluar la brotación de las yemas por semana de cultivo, se comprobó que durante la semana 2 se obtuvo el mayor porcentaje con 17.4 %, siendo este valor significativamente superior al resto de las semanas de cultivo (Figura 2). En la semana 4 de cultivo concluyó la brotación de las yemas en las estacas de *G. angustifolia*, lo cual demuestra que la brotación en esta especie ocurre de forma rápida, con respecto a otras especies como *Gliricidia sepium*, donde este factor se extiende desde 22 hasta 60 días (3). Por tanto, a partir de esta etapa se debe comenzar a realizar las labores de cultivo y manejo, para lograr un mayor porcentaje de enraizamiento y supervivencia de estas.

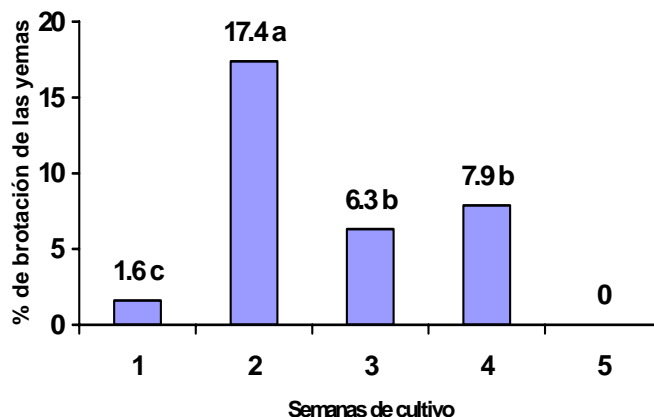


Figura 2. Comportamiento de la brotación de las yemas en las estacas de *Guadua angustifolia* Kunth por semana de cultivo

Durante la propagación vegetativa en especies de jardín (4), se determinó que el diámetro de los explantes es uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta cuando se va a utilizar esta vía de propagación. Al emplear estacas con diámetro mayor de 1.5 cm, se obtenían los mejores resultados en cuanto al desarrollo de las plantas que se lograban a partir de estas (3).

Al emplear estacas con diámetro mayor de un centímetro, se logró la brotación de yemas en un 53.2 % y al estudiar este parámetro por semana de cultivo, se comprobó que durante la segunda semana se obtiene el mayor valor significativamente.

Efecto de la posición de la estaca en la solución enraizadora sobre la brotación de las yemas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en cuanto al porcentaje de brotación de las yemas (54.6 y 50 %). Al estudiar la influencia del AIB en el enraizamiento (5, 6), se comprobó que la forma de aplicar los reguladores del crecimiento no influye significativamente en el efecto de estos, lo cual avala el resultado del presente trabajo. Cuando se evaluó la brotación por semana de cultivo, se comprobó que al colocar las estacas con la base en la solución enraizadora, la brotación comenzó a los cinco días de cultivo, no así en el otro tratamiento (Figura 3A). Estos valores se mantuvieron significativamente superiores durante las semanas 2 y 3 de cultivo en el tratamiento número dos y ya para la semana 3 presentó una dismi-

nución significativa. Por su parte, en el otro tratamiento estudiado, los valores de brotación fueron superiores durante la semana 2 de cultivo y a partir de esta disminuyó significativamente en las dos semanas de cultivo restantes evaluadas (Figura 3B).

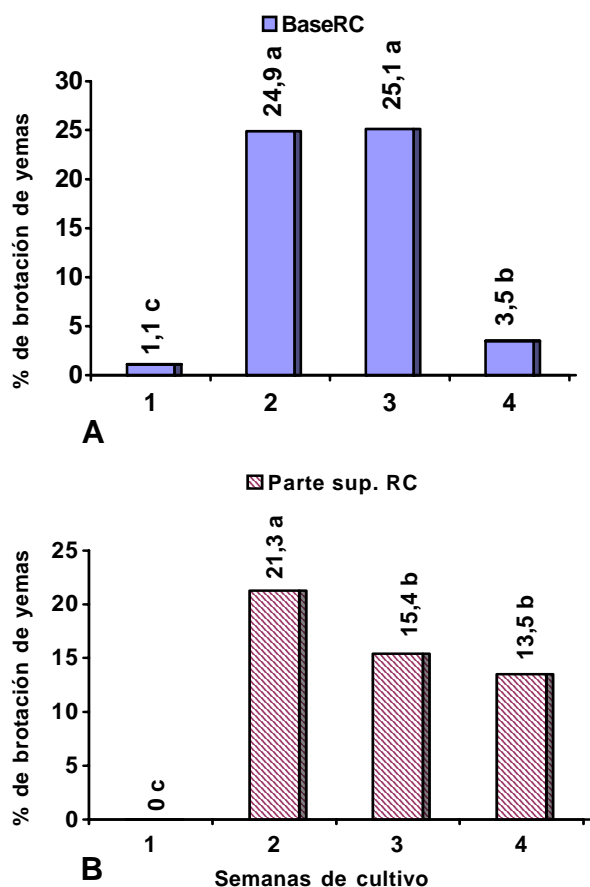
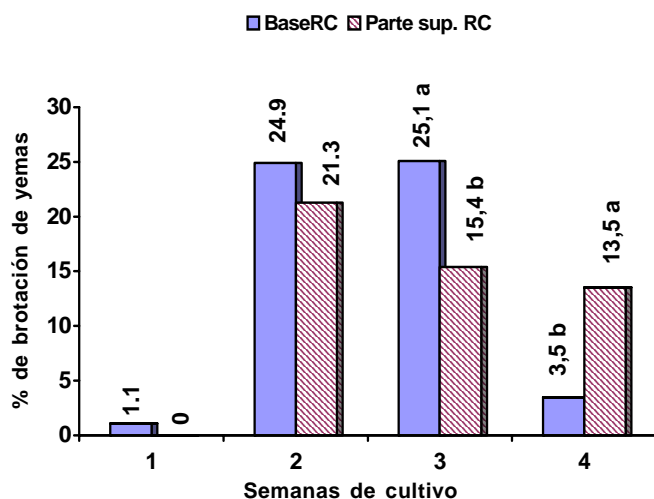


Figura 3. Comportamiento de la brotación de las estacas de *G. angustifolia* por semana de cultivo en ambos tratamientos. A) Con la base de los explantes sumergida en la solución enraizadora. B) Con la parte superior del explante sumergida en la solución enraizadora

Sin embargo, estos valores de brotación fueron significativamente superiores, aún en la semana 4, cuando se sumergieron los explantes por la parte superior (Figura 4), lo cual pudo estar dado porque al colocar las estacas en esa posición en la solución de reguladores del crecimiento, debió absorber una mayor cantidad de estos, o una mejor asimilación por parte de los tejidos, y al estar los niveles de auxina con respecto a las citoquininas aumentados, retardó la emisión de las yemas. Esto debe haber provocado un efecto similar al de dominancia apical. En *Morus alba* disminuyeron los niveles de brotación de las yemas en las estacas, al emplear una solución de reguladores del crecimiento para inducir el enraizamiento (7, 8).



Medias con letras diferentes dentro de la misma variable del eje x, difieren según prueba de proporciones para $p < 0.05$

Figura 4. Efecto de la posición de los explantes en la solución enraizadora sobre la brotación de las yemas de *G. angustifolia* por semana de cultivo

Al colocar las estacas con la parte inferior sumergidas en la solución enraizadora, se logra disminuir el tiempo de brotación de las yemas a partir de las estacas de *Guadua angustifolia*, donde ya en la semana 3 de cultivo se ha obtenido casi el 100 % y a partir de aquí los valores de brotación disminuyen significativamente.

Relación entre el diámetro de las estacas y el crecimiento de los brotes. Al emplear estacas con diámetro entre 2.5 y 3 cm, se obtuvieron los brotes de mayor tamaño y diámetro de la base, así como mayor número de hojas y yemas brotadas a partir de estos (Tabla I), siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. En la propagación vegetativa en *Hippophaë rhamnoides* Juss, empleando reguladores del crecimiento para inducir la emisión de raíces, se plantea que la brotación está determinada principalmente por el contenido de carbohidratos presentes en las estacas (4). En especies como *Gliricidia sepium* (9), al emplear estacas de mayor diámetro, se obtienen los mayores rendimientos en cuanto a contenido de materia seca para la producción de alimento animal.

Tabla I. Influencia del diámetro de las estacas plantadas en el crecimiento y desarrollo del brote de *Guadua angustifolia*

Diámetro estaca (cm)	Diámetro del brote (cm)	Altura del brote (cm)	Número de hojas	Número de yemas en el brote
1-1.4	0.60 bc	20.6 c	1.0 c	0.23 c
1.5-2	0.53 c	28.0 b	1.8 b	0.75 c
2-2.4	0.63 b	30.0 b	1.6 bc	1.5 b
2.5-3	0.85 a	45.0 a	2.4 a	3.6 a
EE ±	0.04	2.2	0.19	0.22

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren según mínima diferencia significativa (LSD) para $p \leq 0.05$

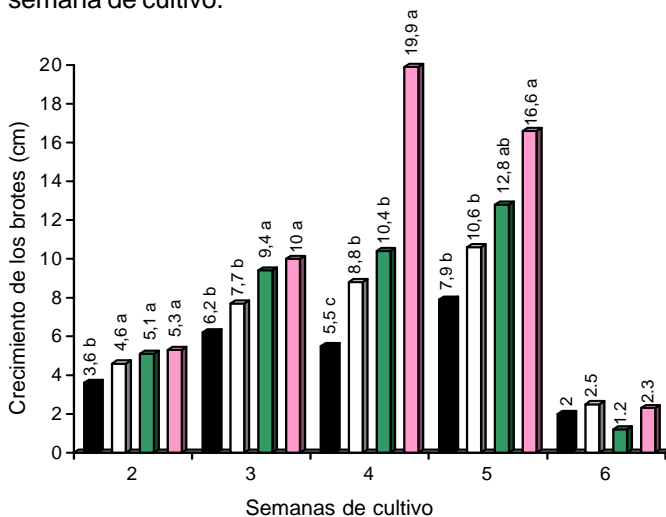
Se comprobó la existencia de una correlación significativa entre los factores en estudio, destacándose una influencia significativa del diámetro de la estaca en las demás variables evaluadas (Tabla II). Los valores que mayor influencia presentaron sobre la altura del brote fueron el diámetro de la estaca y del brote. El número de hojas estuvo influido significativamente por el número de yemas emitidas a partir de los brotes y estos, a su vez, por el diámetro de las estacas empleadas para la propagación. Esta correlación corrobora los resultados mostrados en la tabla que aparece a continuación. El crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos a partir de estacas en *Hippophaë rhamnoides* Juss es atribuido al contenido de reservas de las estacas (10).

Tabla II. Correlación que existe entre las diferentes variables evaluadas en la propagación convencional de *Guadua angustifolia* empleando estacas

VARIABLES CORRELACIONADAS	Grado de correlación
Diámetro estaca/diámetro del brote	0.39 ****
Diámetro estaca/altura del brote	0.39 ****
Diámetro estaca/número de yemas	0.43 ****
Diámetro estaca/número de hojas	0.22 **
Diámetro del brote/altura del brote	0.62 ****
Numero de yemas/número de hojas	0.26 ***

Grado de significación para $p=0.05$

Al estudiar el incremento del tamaño de los brotes por semana de cultivo, se comprobó que los mayores valores de este factor se obtuvieron en el tratamiento con mayor diámetro de las estacas, y durante la cuarta y quinta semanas de cultivo (Figura 5). En el tratamiento 1 se logra el mayor valor de crecimiento durante la quinta semana de cultivo.



Medias con letras diferentes dentro de la misma variable del eje X, difieren según Duncan para 2, 3, 5 y 6 y Kruskal-wallis para 4.

Figura 5. Comportamiento del crecimiento de los brotes de *Guadua angustifolia* Kunth obtenidos a partir de estacas con diferentes diámetros en las diferentes semanas de cultivo evaluadas

Cuando se emplearon estacas con diámetro entre 1.5-1.9 y 2-2.4 cm, los incrementos del crecimiento de los brotes por semana de cultivo se comportaron de forma similar entre ellos, sin diferencias estadísticas. De forma general, en el tratamiento 4 se observaron los mayores incrementos del crecimiento de los brotes por semana de cultivo, aunque en las semanas de cultivo 3 y 5, este no difirió con el tratamiento 3. El mayor crecimiento de los brotes obtenidos a partir de las estacas se logra en el transcurso de las semanas 3, 4 y 5 (Figura 6), y durante la semana 6 el incremento del crecimiento disminuyó significativamente. Esto podría estar dado por un agotamiento de las sustancias de reserva existente en las estacas empleadas para la propagación, si se tiene en cuenta que durante este período los brotes no han enraizado. Es por ello que se debe concentrar en este período el empleo de sustancias o reguladores del crecimiento, que faciliten su crecimiento y el desarrollo de raíces que le permitan una mayor supervivencia.

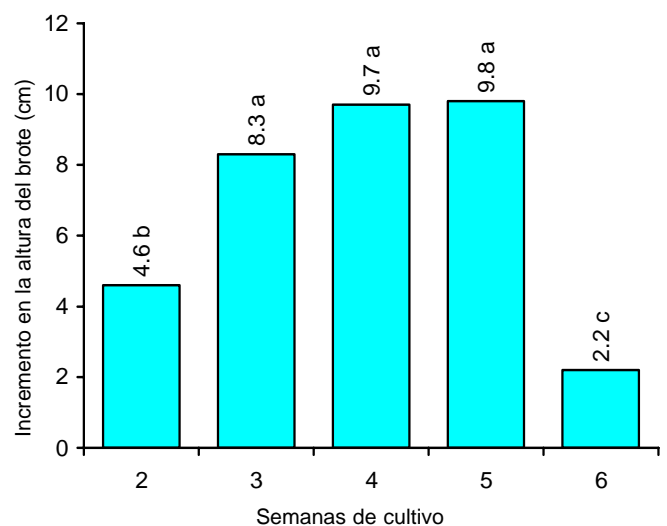


Figura 6. Incremento por semana de cultivo de la altura de los brotes obtenido a partir de las estacas utilizadas como explantes en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth

Se logró obtener brotes de mayor tamaño y desarrollo foliar al emplear las estacas con diámetro mayor de 2.5 cm, con una correlación significativa entre este valor y los demás aspectos evaluados (Figura 7). De forma general, hasta la semana 5 de cultivo se obtienen los mayores incrementos en el crecimiento de los brotes de forma significativa en todos los tratamientos, por lo que es necesario lograr su enraizamiento durante esta etapa.

Fue posible obtener brotes de *Guadua angustifolia* Kunth a partir de riendas de plantas adultas con porcentajes de brotación por encima del 50 %. Al sumergir la base de los explantes en una solución con reguladores del crecimiento, se logra disminuir el tiempo de brotación de sus yemas, con respecto a los explantes que se sumergieron en la solución enraizadora por la parte superior.



Figura 7. Brotes de *Guadua angustifolia* Kunth obtenidos a partir de estacas de riendas de plantas adultas y Matambas a las seis semanas de cultivo con buen desarrollo foliar

Por otra parte, cuando se emplearon las estacas con mayor diámetro, se logró un incremento significativo en cuanto al desarrollo foliar de los brotes. De forma general, el crecimiento significativo de los brotes ocurre a partir de la semana 2 hasta la semana 5.

REFERENCIAS

1. Bullaude, P. Guadua (arquitectura natural). Disponible en: <<http://www.revista-ambiente.com.ar/imagenes/06-08-03/guadua.pdf>>. Consultado [10-2007].
2. Rojas, N. La guadua: un valioso recurso natural. Disponible en: <<http://www.conforve.ula.ve/WEB/Ponencias/RojasNGuadua.pdf>>. Consultado [10-2007].
3. Contreras, V. y Ochoa, A. Estacas gordas y gruesas: una opción agronómica para la siembra vegetativa de *Gliricidia sepium*. *Zootecnia Tropical*, 2003, vol. 21, no. 4, p.413-423.
4. Gowdy, M. A. y Starbuck, C. J. Home propagation of landscape plants. Horticulturas. Disponible en: <<http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/hort/g06970.pdf>>. Consultado [10-2007].
5. Santelices, R. y Cabello, A. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del sustrato y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Revista Chilena de Historia Natural*, 2006, vol. 79, no. 1, p. 55-64.
6. Rivero, G. C.; Guerrero, R. y Ramírez, M. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L.). *Revista Facultad Agronomía*, 2005, vol. 22, no. 1, p. 34-41.
7. Moreno, F. y Guerrero, A. Evaluation of four propagation methods in field of *Trichanthera gigantea* and establishment costs for protein bank. *Revista Facultad Agronomía* (LUZ), 2005, vol. 22, p. 11-19.
8. Moreno, F. A.; Márques, A. y Preston, T. H. Cuatro métodos de propagación vegetativa de morera (*Morus alba*). *Livestock Research for Rural Development*, 2005, vol. 17, no. 5.
9. Contreras, V.; Ochoa, A. y Moreno, E. Evaluación preliminar de las implicaciones agronómicas de la longitud y diámetro de las estacas en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium*. *Zootecnia Tropical*, 2003, vol. 21, no. 2, p. 167-181.
10. Joublan, M. J. P.; Berti, D.; Wilckens, M. E.; Serri, R. G. H. y Feliz, O. Propagación vegetativa en falso espino (*Hippophaë rhamnoides* Juss). *Agro Sur*, 1998, vol. 26, no. 1, p. 36-41.

Recibido: 14 de diciembre de 2007

Aceptado: 18 de abril de 2008