

## EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) CON DIFERENTES SEGMENTOS VEGETATIVOS, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO

### Evaluation of bamboo's propagation (*Guadua angustifolia* kunth and *Guadua angustifolia* bicolor) with different vegetative segments in the Sapecho Experimental Station

Johnny Ticona Aliaga<sup>1</sup>; Javier Rodrigo Mamani Mollo<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La factibilidad de la propagación asexual en el cultivo del bambú, no es una práctica convencional por las dificultades de obtención de semillas dado su largo ciclo de floración. Los objetivos de la investigación fueron a) identificar la variedad de bambú que presente los mejores resultados en la reproducción vegetativa y b) determinar el método de propagación que resulte en mejores índices de prendimiento y crecimiento en fase de vivero. La investigación fue en la Estación Experimental Sapecho, las variedades evaluadas fueron *Guadua angustifolia* bicolor y *Guadua angustifolia* Khunt con métodos de propagación por culmo basal con dos nudos, parte apical del tallo con dos nudos y parte radicular, el diseño experimental para las variables de porcentaje de prendimiento y días a la brotación fue un arreglo factorial distribuido en un diseño completamente al azar; para las variables altura de planta, número de brotes, diámetro del cuello del brote principal, longitud y diámetro de la raíz, y porcentaje de sobrevivencia se empleó un diseño completamente al azar, esto debido a la pérdida de la variedad *Guadua angustifolia* Khunt entre los 30 y 60 días después de la siembra. Los mejores resultados para el porcentaje de prendimiento fueron para la variedad *Guadua angustifolia* bicolor con 44.08% a los 30 días y 77.40% a los 60 días. La aplicación del método de propagación por culmo basal con dos nudos dió mejores resultados para la altura de planta (87.24 cm), número de brotes (4 brotes), diámetro del cuello del brote principal (4.94 mm), longitud de la raíz (34.30 cm), diámetro de la raíz (3.63 mm) y porcentaje de sobrevivencia (97.40%). Por todo lo expuesto se concluye que la variedad de bambú que presentó mejores resultados de reproducción vegetativa en la fase de vivero fue *Guadua angustifolia* bicolor con el método de propagación por culmo basal con dos nudos, siendo recomendable para su propagación.

**Palabras clave:** *Guadua angustifolia* Kunth, *Guadua angustifolia* bicolor, propagación vegetativa.

#### ABSTRACT

The feasibility of asexual propagation in the cultivation of bamboo is not a conventional practice due to the difficulties of obtaining seeds given its long flowering cycle. The objectives of the research were to a) identify the variety of bamboo that presents the best results in vegetative reproduction and b) determine the method of propagation that results in better rates of capture and growth in the nursery phase. The investigation was in Sapecho Experimental Station, the evaluated varieties were *Guadua angustifolia* bicolor and *Guadua angustifolia* Kunth with propagation methods by basal culm with two knots, apical part of the stem with two knots and part radicular, the experimental design for the percentage variables of capture and days to sprouting was a factorial arrangement distributed in a completely random design; for the variables height of plant, number of shoots, diameter of the neck of the main shoot, length and diameter of the root, and percentage of survival a completely randomized design was used, this due to the loss of the variety *Guadua angustifolia* Kunth between 30 and 60 days after sowing. The best results for the percentage of capture were for the variety *Guadua angustifolia* bicolor with 44.08% at 30 days and 77.40% at 60 days. The application of the method of propagation by basal culm with two knots gave better results for the height of plant (87.24 cm), number of shoots (4 shoots), diameter of the neck of the main shoot (4.94 mm), length of the root (34.30 cm), diameter of the root (3.63 mm) and percentage of survival (97.40%). For all the above it is concluded that the bamboo variety that showed the best vegetative reproduction results in the nursery phase was *Guadua angustifolia* bicolor with the method of propagation by basal culm with two knots, being recommended for its propagation.

**Keywords:** *Guadua angustifolia* Kunth, *Guadua angustifolia* bicolor, vegetative propagation.

<sup>1</sup> Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. johnnyticon@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

## INTRODUCCIÓN

Los bambúes son plantas ambientalmente importantes y contribuyen a la economía, poseen multiplicidad de usos, con gran impacto económico, social, cultural, científico y ecológico; los antecedentes relacionados con su utilidad se remontan a la antigüedad y han formado parte del largo proceso evolutivo de muchas civilizaciones, sobre todo en Asia, África, América Tropical y parte de Europa (Morán, 2005 citado por López et al., 2018).

El bambú es un recurso fitogenético que como cultivo reviste gran importancia por sus variados usos, los cuales pueden ser dirigidos a un proceso industrial o uso rústico. Existe información que registra más de 1000 aplicaciones, entre ellas la construcción de viviendas, puentes, cercas, artesanías, alimentación de humanos y animales superiores, medicina, industria del papel, protección de cuencas hidrográficas, entre otras (BAMBUPALM, 2013 citado por Araujo, 2015).

En el mundo existen alrededor de 1250 especies de bambú cuya distribución es de la siguiente manera: 63% en Asia, 32% en América y 5% en África y Oceanía. Sólo en América existen 440 especies de bambú, entre ellas se destaca el género *Guadua* que abarca 16 especies aproximadamente, la más destacada es *Guadua angustifolia* (Angeles, 2014). La *Guadua angustifolia* o tacuara (nombre vulgar) crece en forma tubular, rápidamente y en abundancia, alcanza alturas de hasta 25 m y diámetros que van desde 10, 15 y hasta 20 cm según el hábitat donde se encuentren, su tiempo de desarrollo es aproximadamente de 4 a 5 años; siendo relativamente corto en comparación con un árbol que tarda por lo menos 5 o 10 veces más.

La factibilidad de la propagación asexual en el cultivo del bambú no constituye una práctica común por las dificultades de obtener semillas en algunas especies y en otras prácticamente imposible debido a su largo ciclo de floración. En América, las semillas de especies como *Guadua angustifolia* presentan porcentajes de germinación comprendidos entre 95 y 100%, sin embargo, se dificulta su propagación por esa vía debido al alto grado de parasitismo de sus espigas por larvas de insectos mayormente de los órdenes Dípteras e Himenóptera (Londoño, 1989).

Es por estas razones que los objetivos de la investigación fueron a) identificar la variedad de bambú que presente los mejores resultados en la

reproducción vegetativa y b) determinar el método de propagación que resulte en mejores índices de prendimiento y crecimiento de bambú en fase de vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La investigación fue desarrollada en la Estación Experimental Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Se encuentra ubicada en la cuarta sección municipal de Palos Blancos de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, a 276 km de la sede de gobierno a una altitud de 410 m s.n.m. se halla entre los 15° 33' 53.57" de latitud sur y 67° 19' 11.23" de longitud oeste. La zona tiene precipitación media de 1800 mm y temperatura media de 25.4°C.

### Metodología

La *Guadua angustifolia* Khunt (bambú verde) está presente en Estación Experimental Sapecho donde se seleccionó una mata (agrupación de bambús) con yemas basales activas y con las mejores características en edad comprendida entre 0 a 1 año, altura de 10 a 12 m, diámetro de 8 a 14 cm, libre de enfermedades y plagas. Para la obtención de la *Guadua angustifolia* bicolor (bambú amarillo) se recorrió varias regiones de la zona de Alto Beni, se registró bambús con buenas características morfológicas en la comunidad de San Pedro, a 5 km del pueblo de Sapecho, donde se realizó el corte tomando en cuenta las mismas características que para el bambú verde.

Se extrajo el rizoma con una sección de tallo, se efectuó un corte en el punto de unión de los rizomas, cuidando de no maltratar ninguno de los dos, seguido se cortó el resto de raicillas para liberar el rizoma del suelo (Centro de investigación sobre la desertificación, 2017). Los métodos de propagación vegetativa por culmos y rizomas, fueron seleccionados en base a investigaciones realizadas por Díaz (2012) en Guatemala y Mercedes (2006) en República Dominicana. Se buscó que los propágulos tengan yemas en estado de dormancia no dañados, considerando que cualquier yema vegetativa sea capaz de dar origen a un brote (Hasan, 1980; Hernández y Guzmán, 1985).

La siembra por culmos fue primero en el bambú verde, por su complejidad de extracción y traslado, posterior fue la siembra del bambú amarillo, en ambos casos, se

efectuó el trozado del tallo o culmos con dos yemas en la parte basal y apical (Figura 1).



Figura 1. Corte de culmos con dos yemas en la parte basal y apical, en bambú amarillo.

Se estableció la desinfección del material vegetal con RAM-KAF (oxicloruro de cobre) que es un fungicida de polvo mojable, etiqueta azul. Seguido al corte y la desinfección, fue la siembra en forma horizontal a una profundidad de 11 cm. Para la siembra por rizomas, ambas variedades fueron desinfectadas con RAM-KAF, debido a que el rizoma no tenía tallos ni yemas, se realizó la siembra considerando que la cabeza del tallo sobresalga la superficie de la platabanda.

El diseño experimental fue considerando un arreglo factorial distribuido en un diseño completamente al azar (DCA) (Ecuación 1) por tratarse de un estudio a campo abierto (Hurtado y Merino, 1994). Al respecto Calzada (1981) menciona que en la investigación agrícola se planea la aplicación de factoriales, a un grupo de unidades experimentales, con el fin de observar los efectos simples y la respuesta a la interacción.

Tabla 1. Tratamientos de la combinación de variedades con secciones vegetativas de bambú.

| Variedades de bambú (factor A)     | Secciones vegetativas para propagación (factor B) | Tratamientos (AxB) |
|------------------------------------|---|--------------------|
| <i>Guadua angustifolia</i> bicolor | Culmo basal con dos nudos                         | T-1                |
| <i>Guadua angustifolia</i> Khunth  | Parte apical del tallo con dos nudos              | T-2                |
| <i>Guadua angustifolia</i> bicolor | Parte radicular                                   | T-3                |
| <i>Guadua angustifolia</i> bicolor | Parte apical del tallo con dos nudos              | T-4                |
| <i>Guadua angustifolia</i> Khunth  | Culmo basal con dos nudos                         | T-5                |
| <i>Guadua angustifolia</i> Khunth  | Parte radicular                                   | T-6                |

Se utilizaron 16 culmos (parte vegetativa con dos nudos) para T-1, T-2, T-4 y T-5 y para T-3 y T-6 se usaron 16 rizomas. El área total experimental fue 64 m<sup>2</sup> y el área por unidad experimental fue 1 m<sup>2</sup>.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Dónde:  $Y_{ij}$  = observación cualquiera;  $\mu$  = media general;  $\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor A (variedad de bambú);  $\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (segmento vegetativo);  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B;  $\varepsilon_{ijk}$  = error experimental.

Entre los 30 a 60 días se tuvieron pérdidas de las unidades experimentales pertenecientes a la variedad *Guadua angustifolia* Khunth que fue altamente susceptible a la excesiva humedad que provocó la enfermedad de marchitez bacteriana, que a pesar de la aplicación de RAM-KAF, se tuvieron dichas pérdidas, debido a ello se aplicó el diseño experimental completamente al azar considerando solamente las secciones vegetativas para la propagación del bambú en la variedad *Guadua angustifolia* bicolor, considerando el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

Dónde:  $Y_{ij}$  = observación cualquiera;  $\mu$  = media poblacional;  $\alpha_i$  = efecto del i-ésimo segmento vegetal;  $\varepsilon_{ij}$  = error experimental.

El procesamiento de los datos fue utilizando el paquete estadístico INFOSTAT, que generó el análisis de varianza y comparación de promedios mediante la prueba de Tukey, ambos a un nivel de significancia del 5%. El estudio fue compuesto por el factor A (2 variedades de bambú) y el factor B (secciones vegetativas para propagación), cuya combinación resultó en seis tratamientos (Tabla 1) que fueron establecidos con cuatro repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales.

La distancia entre platabandas fue de 0.50 m y entre plantas de 0.30 m. El número de plantas por unidad experimental fue 16, resultando en 64 plantas por tratamiento y en total fueron 384 plantas.

Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento, días a la brotación, altura de planta, número de brotes, diámetro del cuello del brote principal, longitud y diámetro de la raíz y porcentaje de sobrevivencia. Las dos primeras variables fueron evaluadas con los dos factores planteados, mientras que el resto fue evaluado considerando solamente con el factor de métodos de propagación por secciones vegetativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Primera evaluación del porcentaje de prendimiento

La Tabla 2 presenta los datos del porcentaje de prendimiento a los 30 días después de la siembra, el análisis de varianza se basó en la interpretación de los efectos principales (variedad de bambú), que resultó significativo ( $p < 0.05$ ). Esto indica que el porcentaje de prendimiento en la primera evaluación está dada por la variedad de bambú. Las secciones vegetativas para propagación y su interacción con la variedad de bambú (efectos simples) no fue significativa ( $p > 0.05$ ).

Tabla 2. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento primera evaluación.

|                        | FV     | SC | GL     | CM     | F       | p-valor | Sig. |
|------------------------|--------|----|--------|--------|---------|---------|------|
| Variedad (A)           | 105.50 | 1  | 105.50 | 177.33 | <0.0001 | **      |      |
| Sección vegetativa (B) | 1.16   | 2  | 0.58   | 0.97   | 0.3963  | ns      |      |
| AxB                    | 0.51   | 2  | 0.26   | 0.43   | 0.6576  | ns      |      |
| Error                  | 10.71  | 18 | 0.59   |        |         |         |      |
| Total                  | 117.88 | 23 |        |        |         |         |      |

Coeficiente de variación = 16.75%; FV = fuentes de variación; SC = suma de cuadrados; GL = grados de libertad; CM = cuadrados medios; F = F calculado; p-valor = probabilidad; Sig. = significancia; \*\* = altamente significativo; ns = no significativo.

La comparación de medias para el porcentaje de prendimiento de la variedad *Guadua angustifolia* Kunth fue 6.17%, inferior al hallado para la variedad *Guadua angustifolia* bicolor que fue 44.08%. En cuanto a las secciones vegetativas para propagación, los resultados fueron similares para la parte radicular y parte apical del tallo con dos nudos con 22.63% y 24.13% respectivamente, el culmo basal con dos nudos tuvo un porcentaje de prendimiento del 28.63. La comparación de medias para la interacción de los dos factores de estudio se muestra en la Tabla 3, donde se obtuvo mejores resultados para la variedad *Guadua angustifolia* bicolor.

Tabla 3. Prueba Tukey para la primera evaluación del porcentaje de prendimiento entre las variedades de bambú y las secciones vegetativas de propagación.

| Tratamiento | Media (%) | Tukey (0.05) |
|-------------|-----------|--------------|
| T-1         | 50.50     | A            |
| T-4         | 41.25     | B            |
| T-3         | 40.50     | B            |
| T-2         | 7.00      | C            |
| T-5         | 6.75      | C            |
| T-6         | 4.75      | C            |

### Segunda evaluación del porcentaje de prendimiento

La evaluación fue a los 60 días después de la siembra, donde al análisis de varianza para la variedad *Guadua angustifolia* bicolor mostró diferencias significativas en cuanto a los métodos de propagación por secciones vegetativas (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de varianza para la altura de planta.

|                    | FV   | SC | GL   | CM    | F      | p-valor | Sig. |
|--------------------|------|----|------|-------|--------|---------|------|
| Sección vegetativa | 7.36 | 2  | 3.68 | 13.43 | 0.0020 | *       |      |
| Error              | 2.47 | 9  | 0.27 |       |        |         |      |
| Total              | 9.83 | 11 |      |       |        |         |      |

Coeficiente de variación = 6.75%; \* = significativo.

El porcentaje de prendimiento, como era de esperar, fue superior al de la primera evaluación, la prueba de Tukey diferenció dos grupos, el primero compuesto por el método de propagación por la sección de culmo basal con dos nudos con 77.40% de prendimiento y el segundo grupo compuesto por los métodos de propagación mediante arte apical del tallo con dos nudos con 53.50% y parte radicular con 49.10%. Trabajos realizados en la India, indican que el método por secciones vegetativas de propagación, que se muestran en la presente investigación, ofrecen solución al problema de la escasez de material plantable, aunque su éxito en la germinación es limitado (Figueredo y Peña, 1999).

### Días a la brotación

Esta variable mostró diferencias altamente significativas para las variedades y diferencias significativas para las secciones vegetativas de propagación, mientras que la interacción de estos factores no fue significativo, indicando que el tiempo de brotación no tiene influencia de la interacción de estos factores (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza para los días a la brotación.

| FV                     | SC    | GL | CM   | F     | p-valor | Sig. |
|------------------------|-------|----|------|-------|---------|------|
| Variedad (A)           | 8.88  | 1  | 8.88 | 50.91 | <0.0001 | **   |
| Sección vegetativa (B) | 3.13  | 2  | 1.16 | 8.96  | 0.0020  | *    |
| AxB                    | 0.54  | 2  | 0.27 | 1.54  | 0.2422  | ns   |
| Error                  | 3.14  | 18 | 0.17 |       |         |      |
| Total                  | 15.69 | 23 |      |       |         |      |

Coeficiente de variación = 8.48%.

Mediante la prueba de Tukey se encontró que para *Guadua angustifolia* Khunth los días a la brotación fueron de 18 y para *Guadua angustifolia* bicolor fue de 29 días después de la siembra. Considerando solamente los métodos de propagación por secciones vegetativas, se halló dos grupos, el primero de culmo basal con dos nudos con 19 días a la brotación y el segundo grupo de parte apical del tallo con dos nudos y parte radicular con 25 y 28 días respectivamente. La evaluación para los seis tratamientos, muestra que hubo similitud entre ellos, resaltando el T-5 con pronta emergencia a los 13 días y el número máximo de días fue para el T3 con 36 días (Tabla 6), hecho atribuible a la variedad de bambú.

Tabla 6. Prueba Tukey para la primera evaluación del porcentaje de prendimiento entre las variedades de bambú y las secciones vegetativas de propagación.

| Tratamiento | Media (días) | Tukey (0.05) |
|-------------|--------------|--------------|
| T-5         | 13           | A            |
| T-6         | 20           | A B          |
| T-2         | 21           | A B          |
| T-1         | 25           | B            |
| T-4         | 29           | B C          |
| T-3         | 36           | C            |

Araujo (2015) obtuvo resultados similares con el método de yema con segmento de rama con dos nudos con menor tiempo de emisión de brotes a los 25 días.

### Altura de la planta

Esta variable fue medida a partir de los 28 días después de la siembra, el análisis de varianza presenta diferencias estadísticamente significativas en los métodos de propagación dadas por las secciones vegetativas, el cual explica que el comportamiento de la variable altura de planta está influenciada por los métodos de propagación (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de varianza para la altura de planta.

| FV                 | SC      | GL | CM      | F    | p-valor | Sig. |
|--------------------|---------|----|---------|------|---------|------|
| Sección vegetativa | 2814.14 | 2  | 1407.07 | 6.45 | 0.0183  | *    |
| Error              | 1962.05 | 9  | 218.01  |      |         |      |
| Total              | 4776.18 | 11 |         |      |         |      |

Coeficiente de variación = 22.51%; \* = significativo.

La prueba de comparación de medias encontró dos grupos, el primero compuesto por el método de propagación mediante el culmo basal con dos nudos que tuvo una altura media de 87.24 cm, el segundo grupo fue conformado por los métodos de propagación por la parte apical del tallo con dos nudos y parte radicular, con alturas promedio de 55.42 cm y 54.13 cm. Noboa (2014) encontró datos similares para la altura de planta con 49.6 cm a los cien días después de la siembra. Galindo (2015) presentó datos similares con un promedio de 32.6 cm a los 45 días, cuya altura incrementó a 87.4 cm los 90 días. Calderón (2012) mediante la propagación con yema primaria, obtuvo un promedio de altura de 128.6 cm a los 120 días.

### Número de brotes

El número de brotes determina la cantidad de plántulas que se desarrollan después de su germinación por lo tanto es una variable importante de medir. En ese sentido, por medio del análisis de varianza (Tabla 8) se estableció que hubo diferencias significativas de la influencia de los métodos por secciones vegetativas sobre el número de brotes.

Tabla 8. Análisis de varianza para el número de brotes.

| FV                 | SC   | GL | CM   | F     | p-valor | Sig. |
|--------------------|------|----|------|-------|---------|------|
| Sección vegetativa | 5.75 | 2  | 2.87 | 14.23 | 0.0016  | *    |
| Error              | 1.82 | 9  | 0.20 |       |         |      |
| Total              | 7.57 | 11 |      |       |         |      |

Coeficiente de variación = 16.38%.

La comparación de medias dio como resultado que con el método de propagación por culmo basal con dos nudos se obtuvo 4 brotes, con el método por parte apical del tallo con dos nudos se tuvo 3 brotes y con el método por parte radicular se obtuvo 2 brotes. Datos similares obtuvo Noboa (2014) con un promedio de 3 brotes, Galindo (2015) en su investigación adquirió datos similares de 3 brotes como máximo y de 0 brotes como mínimo. Andrade (2013) a los 90 días alcanzó entre 3 y 4 brotes por planta.

### Diámetro del cuello del brote principal

La variable evaluada fue influenciada por el método de propagación por secciones vegetativas, hallándose diferencias significativas entre métodos (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de varianza para el diámetro del cuello del brote principal.

| FV                 | SC   | GL | CM   | F    | p-valor | Sig. |
|--------------------|------|----|------|------|---------|------|
| Sección vegetativa | 5.09 | 2  | 2.55 | 9.13 | 0.0068  | *    |
| Error              | 2.51 | 9  | 0.28 |      |         |      |
| Total              | 7.60 | 11 |      |      |         |      |

Coefficiente de variación = 12.78%.

Mediante la prueba de comparación de medias Tukey se estableció que el mayor diámetro del cuello del brote principal fue para el método de propagación por culmo basal con dos nudos con 4.94 mm, seguido del método por parte apical del tallo con dos nudos con 4.11 mm y el menor diámetro fue para el método por parte radicular con 3.35 mm. Lárraga et al. (2011) mediante propagación vegetativa de tres especies de bambú obtuvo resultados similares, tuvo un diámetro de 3.21 mm en la combinación vareta con *Guadua*.

### Longitud y diámetro de la raíz

Ambas variables fueron determinadas a los 120 días después de la siembra. La longitud de la raíz fue medida desde el cuello hasta la cofia. Los resultados del análisis de varianza muestra (Tabla 10) que hubo diferencias significativas de la influencia de los métodos de propagación sobre la longitud de la raíz.

Tabla 10. Análisis de varianza para la longitud de la raíz.

| FV                 | SC     | GL | CM     | F    | p-valor | Sig. |
|--------------------|--------|----|--------|------|---------|------|
| Sección vegetativa | 310.85 | 2  | 155.42 | 4.27 | 0.0496  | *    |
| Error              | 327.36 | 9  | 36.37  |      |         |      |
| Total              | 638.21 | 11 |        |      |         |      |

Coefficiente de variación = 21.87%.

Con la prueba de Tukey se identificaron tres grupos, el primero compuesto por el método de propagación por culmo basal con dos nudos con 34.30 cm de longitud de la raíz, el segundo grupo conformado por el método por parte radicular con 26.28 cm y el tercer grupo dado por el método de parte apical del tallo con dos nudos con 22.05 cm. Lárraga et al. (2011) obtuvieron resultados similares, el mejor promedio fue de 25.57 cm de longitud, similar al obtenido en la presente investigación. Noboa (2014) halló una longitud de raíz de 14.27 cm a los 100 días.

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 11) para el diámetro de la raíz, revelan que se tuvieron diferencias significativas de los métodos de propagación sobre el diámetro de la raíz.

Tabla 11. Análisis de varianza para el diámetro de la raíz.

| FV                 | SC   | GL | CM   | F     | p-valor | Sig. |
|--------------------|------|----|------|-------|---------|------|
| Sección vegetativa | 8.05 | 2  | 4.03 | 20.65 | 0.0004  | *    |
| Error              | 1.79 | 9  | 0.20 |       |         |      |
| Total              | 9.81 | 11 |      |       |         |      |

Coefficiente de variación = 17.90%.

Se identificaron dos grupos por medio de la prueba de Tukey, el primero compuesto por el método de propagación por culmo basal con dos nudos con 3.63 mm y el segundo grupo compuesto por los métodos de parte apical del tallo con dos nudos y parte radicular con 1.90 y 1.88 mm.

### Porcentaje de sobrevivencia

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 12) se encontró que existieron diferencias significativas en el porcentaje de sobrevivencia con relación a los tres métodos de propagación por secciones vegetativas.

Tabla 12. Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia.

| FV                 | SC   | GL | CM   | F     | p-valor | Sig. |
|--------------------|------|----|------|-------|---------|------|
| Sección vegetativa | 5.57 | 2  | 2.79 | 14.88 | 0.0014  | *    |
| Error              | 1.69 | 9  | 0.19 |       |         |      |
| Total              | 7.26 | 11 |      |       |         |      |

Coefficiente de variación = 17.90%.

El mayor porcentaje de sobrevivencia fue para el método de propagación por culmo basal con dos nudos que obtuvo 97.40% de sobrevivencia, 73.50% de sobrevivencia fue para el método por parte radicular y 69.10% por el método de parte apical del tallo con dos nudos.

Araujo (2015) en su estudio de dos especies de bambú presentó resultados de 46.67% como valor superior y el valor mínimo de 0.00% de sobrevivencia, este último dato fue igual a la variedad *Guadua angustifolia* Khunt donde se perdió esta variedad. Andrade (2013) obtuvo un promedio superior de 90.30% de sobrevivencia y promedio mínimo de 69.60% de sobrevivencia.

## CONCLUSIONES

Los mejores resultados para el porcentaje de prendimiento fueron para la variedad *Guadua angustifolia* bicolor con 44.08% a los 30 días y 77.40% a los 60 días, mientras que para *Guadua angustifolia* Khunth fue 6.17% a los 30 días, no llegando a registrarse resultados a los 60 días debido a la pérdida de las unidades experimentales correspondientes a esta variedad a causa de la excesiva humedad que causó marchitez bacteriana, esto demuestra que la variedad *Guadua angustifolia* bicolor es resistente ante la humedad y dicha enfermedad. La aplicación del método de propagación por culmo basal con dos nudos presentó mejores resultados para la altura de planta (87.24 cm), número de brotes (4 brotes), diámetro del cuello del brote principal (4.94 mm), longitud de la raíz (34.30 cm), diámetro de la raíz (3.63 mm) y porcentaje de sobrevivencia (97.40%).

Por todo lo expuesto se concluye que la variedad de bambú que presentó mejores resultados de reproducción vegetativa en la fase de vivero fue *Guadua angustifolia* bicolor con el método de propagación por culmo basal con dos nudos. Siendo este recomendable para su aplicación en zonas que presenten características similares a la Estación Experimental Sapecho.

## BIBLIOGRAFÍA

Andrade, D. 2013. Evaluación de cuatro sustratos y dos fitohormonas en el prendimiento de estacas de caña guadúa (*Guadua angustifolia*) en el sitio El Mirador, cantón Echeandía, Provincia Bolívar. Tesis. Guaranda, Ecuador Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. 164 p.

Angeles, F. 2014. Propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* con fines estructurales. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/366/T%20720%20A581%202014.pdf?sequence=1>. Consultado el 20 enero 2018.

Araujo, D. 2015. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/>

632/T.FRS-242.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado el 26 enero 2018.

Calderón, N. 2012. Evaluación del desarrollo de plántulas de bambú a partir de brotes procedentes de yemas primarias y secundarias de las especies *Gigantochloa apus* y *G. verticillata*, Patulul, Suchitepequez. Tesis. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 63 p.

Calzada, J. 1981. Estadística General con énfasis en muestreos. Ed. Jurídica. 527 p.

Centro de Investigación sobre la Desertificación. 2017. Manual técnico del bambú para productores (*Guadua angustifolia* Kunth). Lima, Perú. 88 p.

Díaz, J. 2012. Efecto de la gallinaza y tipo de propágulo, en la multiplicación de *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, "bambú asper"; en finca "El Carmen", San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis. Mazatenango, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 118 p.

Figueredo, R., Peña, M. 1999. Reseña acerca del proyecto desarrollo y uso del bambú en la provincia Holguín: Primeras experiencias del programa uso y desarrollo del bambú. Ed. Habitad. Cuba. 105 p.

Galindo, D. 2015. Evaluación de medios de cultivo para la propagación In-vitro de bambú (*Guadua angustifolia*; Poaceae); la Democracia, Escuintla. Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 61 p.

Hasan, S.M. 1980. Special papers; lessons from past studies on the propagation of bamboos. Li Bamboo Research in Asia. Oto- wa, Can., International Development Research Centre; International Union of Forestry Research Organizations. pp. 131-138.

Hernández, F.A., Guzmán, E.E. 1985. El cultivo de bambú. Guatemala, MAGA. Unidad de Comunicación Social. 12 p.

Hurtado, M., Merino, E. 1994. Cultivo de tejidos vegetales bioestadística aplicada al cultivo de tejidos vegetales. Editorial Trillas México. México DF. pp. 68-186.

Londoño, X. 1989. Una nueva variedad de *Guadua angustifolia* Kunth de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc., v. 17, n. 68, 379-381.

Mercedes, J.R. 2006. Cultivo del bambú. Guía técnica. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 37 p.

López, A., Fernández, R., González, M. 2018. Producción de biomasa aérea de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en siete localidades de la provincia Granma. Revista Cubana de Ciencias Forestales, v. 6, n. 3, 300-310.

Noboa, J. 2014. Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (*Guadua angustifolia*) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos. Tesis. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo, Ecuador. 57 p.

Lárraga, N., Gutiérrez, N., Sánchez, H., Pedraza, M., Santos, G., Santos U., Vargas, J. 2011. Propagación vegetativa de tres especies de bambú. Ra Ximhai, v. 7, n. 2. 205-218.

Artículo recibido en: 21 de marzo 2019

Aceptado en: 10 de junio 2019