

# Inducción de formas cuadrangulares a tallos de *Guadua angustifolia* Kunth para el desarrollo de emprendimientos en comunidades rurales de la Amazonía ecuatoriana

## Induction of quadrangular shapes to stems of *Guadua angustifolia* Kunth for the business development in the rural communities of Ecuadorian Amazon

Karina Carrera-Sánchez<sup>1</sup>, Hugo Mosquera<sup>1</sup>, Luis Manosalvas<sup>1</sup>, Michel Leiva-Mora<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Campus Principal km 2 ½ vía a Napo (Paso Lateral). Puyo –Pastaza, Ecuador.C.P. 160150.

<sup>2</sup> Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Carretera a Camajuani km 5½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 54 830.

E-mail: [mcarrera@uea.edu.ec](mailto:mcarrera@uea.edu.ec)

**RESUMEN.** Mediante el desarrollo local, las organizaciones indígenas de la Amazonia Ecuatoriana pueden desarrollar sus potencialidades humanas y mejorar los ingresos familiares. En el sector San José, cantón Mera, provincia de Pastaza (Ecuador), se estudió la inducción de la forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia* mediante un molde metálico regulable que estuvo sujeto a tres tiempos de permanencia (15, 30 y 45 días). La inducción de la forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia*, fue posible con la aplicación del molde metálico cuando el tallo se encontró en la etapa de renuevo con una altura de 50 cm. Se logró un 60,93 % del perímetro del tallo con una superficie plana a 58,5 cm altura, con forma cuadrada y seis nudos inducidos. La aplicación del molde afectó la elongación de los nudos inducidos en un 55 %, lo cual limitó que los tallos alcanzaran su longitud normal. Mediante la inducción de la forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia*, los miembros de las comunidades campesinas de Pastaza, podrán diversificar los usos de esta especie de bambú y con ello generar microemprendedores que logren mejorar su calidad de vida.

**Palabras clave:** amazonia, bambú, comunidades, desarrollo local, sostenibilidad, *G. angustifolia*.

**ABSTRACT.** Local development at indigenous communities from Ecuadorian Amazonía, may develop their potentialities and improve families' incomes. In sector San José, cantón Mera, province Pastaza (Ecuador), the induction of square shape in *G. angustifolia* stems was studied using an adjustable metallic mold during three time intervals (15, 30 and 45 days). Square shape in stems of *G. angustifolia* was observed once metallic mold was used in shoots proliferation stage with 50 cm of height. It was obtained a 60.93 % of perimeter of stem with plane surface and six induced nodes. Metallic molds affected in approximately 55% the elongation of induced nodes, limiting stems normal length. By means of the induction of square shape in stems of *G. angustifolia*, members from farmer's communities may develop agricultural production and commercialization to generate micro-enterprising and improve their life quality.

**Key words:** amazonia, bamboo, communities, local development, sustainability, *G. angustifolia*.

## INTRODUCCIÓN

Los bambúes son considerados plantas de importantes usos para el hombre. Se reconocen más de 1 300 especies diferentes de bambúes en el mundo; tan solo en China se han reportado más de 500 especies nativas. En América, existen 435 especies nativas de las cuales tres están presentes en el sureste de los Estados Unidos, 42 en Ecuador, 70 en Colombia y más de 150 en Brasil (Londoño, 2006).

Debido a su adaptabilidad, los bambúes exhiben una amplia distribución geográfica en América que abarca desde los 40° de latitud norte, con el género *Arundinaria* (Estados Unidos), hasta los 47° de latitud sur con el género *Chusquea* (Chile), y desde el nivel del mar hasta los 4 300 m de altura (Londoño, 2006). La guadua es una Poaceae gigante que puede alcanzar 30 m de altura o más y cuyo diámetro puede variar de 1 a

22 cm. Identificada primero por los botánicos Humboldt y Bonpland como *Bambusa guadua*, posteriormente, en 1822 el botánico alemán Karl S. Kunth identificó al género *Guadua*, haciendo uso del vocablo indígena “guadua”, con el que lo identificaban las comunidades indígenas de Ecuador y Colombia (Gutiérrez, 2010).

Los bambúes dentro de la familia Poaceae, forman la subfamilia Bambusoideae, en la cual los géneros se distribuyen dentro de dos grandes grupos reconocidos como tribus: la tribu Bambuseae o de los bambúes leñosos, y la tribu Olyreae o de los bambúes herbáceos (Grupo para el Estudio Filogenético del Bambú. 2006). De los representantes ubicados en la primera tribu, el género *Guadua* se distribuye desde el sur de México hasta el norte de Argentina con grandes vacíos en su distribución. Actualmente no es muy común en América Central debido a la extracción masiva de culmos que son utilizados en la elaboración de varas para apuntalar banano (Madriz y Orozco, 2004).

En Sudamérica, la especie *Guadua angustifolia* Kunth es la de mayor aplicación por su resistencia y flexibilidad. Su utilización en la construcción y diseños arquitectónicos se ha desarrollado en Colombia, donde se han edificado grandes obras como puentes, iglesias, edificios y viviendas populares con características sismo resistentes, por lo cual ha ganado la denominación de acero vegetal. La guadua es un producto forestal no maderable (PFNM) con potencialidades únicas.

Otro aporte valioso de la especie es su comportamiento como una bomba de almacenamiento de agua cuyo funcionamiento es el principio de vasos comunicantes debido a que absorbe importantes volúmenes de agua, que almacena tanto en su sistema rizomático, como en el tallo, hasta que el suelo lo requiera (Herrera, 2012). En la provincia de Pastaza (Ecuador), encontramos este recurso de forma natural distribuido por las orillas de ríos y en las montañas, relacionándose los principales usos de esta especie con la construcción y las artesanías.

La guadua es uno de los bambúes leñosos que registra mayores tasas de crecimiento, ya que es capaz de alcanzar su altura máxima (18 a 30 m) a los 6 meses

de brotado (Salas, 2006). Por su poder de regenerarse, se utiliza como materia prima en la industria para diversas actividades, en especial para el desarrollo de laminado. Los laminados de bambúes con características similares de resistencia y textura a los productos de maderas duras se consideran alternativas ecológicas que permiten enfrentar la tala indiscriminada de especies forestales que no tienen la capacidad de regenerarse. La especie *G. angustifolia* se presenta como una alternativa económicamente rentable para varios productores, su capacidad de adaptarse en terrenos inadecuados a actividades agrícolas, su resistencia a plagas y enfermedades, su productividad de tallos con posibilidades reales de generar varios productos de alto valor agregado como contrachapados y laminados, entre otros, ubican a la especie como una alternativa ecológica potencial capaz de sustituir productos maderables (Beton *et al.*, 2011).

En la técnica de laminado surge un problema con la generación de residuos porque aproximadamente el 50% del tallo es desperdiciado al cepillar las tablillas. Disminuir los residuos e incrementar la productividad requiere modificar la forma cilíndrica del tallo a forma cuadrada. Si esto se pudiera lograr con la utilización de un molde metálico, se mejoraría considerablemente el aprovechamiento de los tallos de *G. angustifolia*. Por ello, la inducción de la forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia* para mejorar el aprovechamiento de los mismos, mediante el uso de un molde metálico regulable, constituye el objetivo de este trabajo, lo que permitiría diversificar los usos de esta especie y mejoraría la calidad de vida de las comunidades campesinas en la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento tuvo una duración de 120 días, el factor en estudio considerado fue el tiempo de permanencia de moldes metálicos en los tallos de *Guadua angustifolia* Kunth para inducir la forma cuadrada: tratamiento 1 (15 días); tratamiento 2 (30 días); tratamiento 3 (45 días) y tratamiento control (sin aplicación del molde).

Para comparar en ciertas variables si la aplicación del molde afecta la elongación de los entrenudos u otros aspectos del normal desarrollo del tallo. La altura del molde fue de 50 cm. La colocación de los

moldes se realizó una vez que todos los nudos estuvieron formados y previos a la iniciación de su elongación, lo cual se correspondió cuando el renuevo tuvo una altura aproximada de 50 cm. El molde constó de 4 tapas metálicas, con dos regulaciones por tapa (inferior y superior) con perímetros de 28 a 41 cm.

Los renuevos con alturas inferiores a 20 cm fueron identificados y seleccionados aquellos que estuvieron rectos, con los perímetros en los rangos de las regulaciones de los moldes. Por cada tratamiento se indujeron dos renuevos con tres repeticiones (siendo un total de 18 renuevos seleccionados). Cuando los renuevos alcanzaron 50 cm, se colocaron los moldes.

Para la calibración inferior del molde se midió el perímetro de la base del culmo (de cada tallo) de *G. angustifolia* y después de dividirlos por la cantidad de tapas del molde (cuatro tapas), se calibró acorde con el resultado obtenido. La calibración superior del molde, se realizó en cada tapa con una regulación menos ya que la forma del tallo es cónica (con la intención de inducir mayor cantidad de nudos). Los moldes fueron retirados en los tiempos indicados anteriormente (15, 30 y 45 días), y posteriormente, se midió la calidad de forma inducida del tallo desde el suelo hasta los 50 cm de altura, registrando la medida total de un lado y la medida comprendida entre el inicio de los arcos.

La variable que indica el porcentaje del perímetro que no es plano (calidad de la forma inducida) se cuantificó calculando el porcentaje del lado conformado por los arcos (figura).

Esta medición se repitió tres veces con frecuencias de 15 días (se realizó con el objetivo de determinar si el tallo regresaba a su forma original [cilíndrica]). Al

retirar el molde se contabilizaron los nudos que fueron inducidos con la forma cuadrada y después fueron comparados los tratamientos, donde se determinó cuál de ellos permitía una mayor cantidad de nudos inducidos. Para comprobar si la colocación del molde afectaba la elongación de los nudos, se registró la distancia de los entrenudos inducidos al retirar el molde. Se realizaron tres registros con frecuencia de 15 días, estos promedios fueron comparados con el promedio de la misma cantidad de nudos en tallos que no fueron sometidos a los tratamientos; de igual manera se registró la altura del tallo con forma inducida al momento de retirar los moldes y posteriormente se realizaron otros tres registros cada 15 días, este promedio se comparó con el promedio de la altura alcanzada con la misma cantidad de nudos en tallos sin inducción de forma.

Para el montaje de los experimentos, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se analizaron las variables porcentaje del lado conformado por los arcos y número de nudos inducidos por tallo. Además, se analizaron las variables, altura a los seis nudos basales y distancia de seis entrenudos basales en tallos con y sin inducción de forma cuadrada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos obtenidos sobre el porcentaje arqueado revelaron diferencias no significativas para la comparación del porcentaje del lado conformado por los arcos, manejándose un 5,21 % de coeficiente de variación (CV). Estos resultados indican que la forma del tallo de la especie *G. angustifolia* puede ser inducida en la etapa de renuevo aplicando un molde metálico regulable ya sea por 15, 30 o 45 días, siendo la misma calidad de inducción en los

$$\% \text{ del lado conformado por los arcos} = \frac{\text{lado total} - \text{lado comprendido entre los arcos}}{\text{lado total}} \times 100$$

Donde

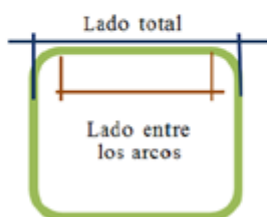


Figura. Porcentaje del lado conformado por los arcos empleado en la evaluación de inducción de forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia*

diferentes tiempos. Al retirar el molde, la forma cuadrada adoptada no cambia con el tiempo ni se afecta el desarrollo de las ramas laterales (tabla).

Respecto al número de nudos inducidos entre los tratamientos, estadísticamente no existen diferencias significativas y se presenta un 9,3 % de coeficiente

Tabla. Promedio de resultados obtenidos

Tratamiento	PPA	NIPT	D6EB	A6NB	MDPT	MAPT
1	39,18	5,7	10,3	58,17	10,33	39,18
2	38,07	6,2	9,6	59	9,62	38,07
3	39,95	6,0	9,6	58,33	9,66	39,95
CV %	5,21	9,3	8,39	5,31		
ECM	4,14	0,31	1,16	11,0	0,62	1,92
Significación Estadística	n.s.	n.s.	*95%	*95%	n.s.	n.s.

**PPA** - Porcentaje de perímetro arqueado; **NIPT** - Nudos inducidos por tallo (u); **D6EB** - Distancia de seis entrenudos basales (cm); **A6NB** - Altura a los 6 nudos basales (cm); **ECM** - Error Cuadrado Medio; \*Significativo al 5% de probabilidad de error; \*\*Significativo al 1% de probabilidad de error; n.s.- No hay diferencia significativa.; **MDPT** - Media de Distancia de nudos en Prueba de Tukey (cm); **MAPT** - Media de Altura de nudos en Prueba de Tukey (cm)

de variación. Esto se explica al realizar un corte longitudinal a un renuevo de 50 cm de alto y observar que los seis nudos basales ya estaban conformados, alargándose, sin lignificarse las paredes celulares que adoptan la forma cuadrada.

Para determinar si la aplicación del molde afecta el desarrollo de los tallos, se comparó la distancia entrenudos de los nudos basales inducidos con los de tallos del control. El análisis manifestó que existen diferencias estadísticas a un nivel de significancia del 0,05 %, con un 8,39 % de coeficiente de variación, sin embargo, al realizar una prueba de Tukey, los resultados indican que la colocación del molde afecta la elongación de los nudos pero no existen diferencias entre los tratamientos. Al momento de colocar el molde los nudos estaban ya conformados en la fase de elongación, estos se desarrollaron hasta presionarse en las paredes del molde, deteniendo así su alargamiento.

Al comparar estadísticamente la altura de los tallos cuadrados con la de los tallos sin aplicación de molde los resultados indican que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, con una significancia de 0,05 % y un coeficiente de variación de 5,31 %. No obstante, al someter los tratamientos a una prueba de Tukey se pudo establecer que no existen diferencias, indicando que al detener la elongación de los nudos la altura del tallo también se detiene.

## CONCLUSIONES

1. La fisiología y estructura celular de la especie *Guadua angustifolia* Kunth permite la inducción de forma cuadrada aplicando un molde metálico regulable a 50 cm de altura en la etapa de renuevo.
2. La inducción de nudos no es afectada por la colocación del molde metálico que permite la forma cuadrada del tallo.
3. A pesar de obtener diferencias significativas con respecto a la distancia entre nudos, la elongación de los nudos es afectada por la colocación y presión de los moldes metálicos.
4. La altura de los tallos presentan diferencias significativas, sin embargo, al detener la elongación de los nudos la altura del tallo también se detiene.
5. Se indujo la forma cuadrada en tallos de *G. angustifolia* con un molde metálico regulable, esto puede permitir mejorar el aprovechamiento de los tallos para diversificar los usos de esta especie de bambú en el área de la construcción de vivienda, artesanía, elementos de cacería y pesca, etc., y con esto, potencializar la calidad de vida para los habitantes de la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Beton, A.; Tim, C.; Frith, O.; Jonkhart, J.; Wu, J., Market potential of bamboo and rattan products. INBAR Working. International Network for Bamboo and Rattan, Beijing, China. 2011, 63 p.
2. Grupo para el Estudio Filogenético del Bambú: El proyecto de la filogenia del bambú. 2006. En sitio web: <http://www.bambumex.org/paginas/> Consultado el 15 de septiembre de 2012.
3. Gutiérrez, S.C.: Uniones estructurales con Bambú (*Guadua angustifolia*). Tesis de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2010, 110 p.
4. Herrera, E.G.: La guadua y su aporte al ambiente. 2012. En sitio web: <http://www.sigguadua.gov.co/> Consultado el 28 de Septiembre de 2012.
5. Londoño, X.: Aspectos generales. 2006. En sitio web: <http://www.bambumex.org/paginas/> Consultado el 29 de septiembre de 2012.
6. Madriz, P.; L. Orozco: El proyecto guadua bamboo. CATIE, 2004. En sitio web: <http://web.catie.ac.cr/guadua/> Consultado el 19 de agosto de 2012.
7. Salas, E.: Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia. Tesis de Doctorado en Construcción - Restauración y Rehabilitación Arquitectónica. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 2006, 410 p.

Recibido: 29/09/2014

Aceptado: 11/06/2015