



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

raximhai@uaim.edu.mx

Universidad Autónoma Indígena de México
México

Lárraga-Sánchez, Noé; Gutiérrez-Rangel, Nicolás; López-Sánchez, Higinio; Pedraza-Santos, Martha E.; Santos-Pérez, Gustavo; Santos-Pérez, Ulises. I.; Vargas-Hernández, Jesús

Propagación vegetativa de tres especies de Bambú

Ra Ximhai, vol. 7, núm. 2, mayo-agosto, 2011, pp. 205-218

Universidad Autónoma Indígena de México

El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46119239005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TRES ESPECIES DE BAMBÚ

VEGETATIVE PROPAGATION OF THREE SPECIES OF BAMBOO

Noé Lárraga-Sánchez^{1*}, Nicolás Gutiérrez-Rangel¹, Higinio López-Sánchez¹, Martha E. Pedraza-Santos², Gustavo Santos-Pérez², Ulises. I. Santos-Pérez² y Jesús Vargas-Hernández³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera. Fed. México-Puebla. Puebla, Puebla. C.P. 72760. México. (¹Autor responsable). ²Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esq. Berlín, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán. C.P. 60170. México. ³Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco. Estado de México. C. P. 56230. México.

RESUMEN

La obtención de planta de calidad para la producción a escala comercial de bambú es un factor importante, debido a que los métodos convencionales de propagación han sido poco estudiados y limitado su propagación. El presente trabajo se desarrollo bajo condiciones de vivero, con el propósito de evaluar el efecto de los factores método de propagación (CH, V y SN), especies de bambú (*Ga*, *Bo* y *Bv*) y sustratos (ATC, TCE y SIC) sobre supervivencia (SPV), número de hijuelos (NH), número de raíz (NR), longitud de raíz (LR), Número de hojas por plántula (NHA), altura (AL) y diámetro del tallo (DI) del primer hijuelo de plantas de bambú, en macetas de polietileno negro. Los tratamientos se establecieron en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las variables respuesta fueron evaluadas al final del experimento (136 DDT). El método por chusquin es mejor que el de vareta y segmento nodal, para las variables en estudio. La vareta y el segmento nodal ofrecen menor supervivencia y reducido número de hijuelos. Mientras que la *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* son las mejores especies en relación a la *Bambusa oldhamii* para la propagación de planta de bambú, independientemente del sustrato que se utilice.

Palabras clave: *Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii*, *B. vulgaris*, sustrato, método.

SUMMARY

The obtaining of good quality plants for mass production of bamboo is an important factor due to the conventional methods of spreading have been little studied and limited their spreading. The present paper was carried out under green house conditions, with the purpose of evaluating the effect on spreading method factors, species of bamboo (CH, V y SN), (*Ga*, *Bo* y *Bv*) and substrate (ATC, TCE y SIC) about the surviving (SPV), number of shoots (NH), number of roots (NR), length of roots (LR), number of leaves by seedlings (NHA), height (AL) and diameter of stalk (DI) of the first shoot of plants of bamboo in pots of black polyethylene. The treatments were random established with three fold repetition. The results were evaluated at the end of the experiment. (DDT). The method by chusquin is better than varetas and nodal segments for the variants under study. The vareta and nodal segment offer less surviving and less number of shoots. Meantime the *Guadua angustifolia* and *Bambusa vulgaris* are the best species in relation to *Bambusa oldhamii* for bamboo spreading, regardless the substrate used.

Recibido: 06 de agosto de 2010. Aceptado: 22 de enero de 2011.
Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 7(2): 205-218.

Keywords: *Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii*, *B. vulgaris*, substrate, method.

INTRODUCCIÓN

Los bambúes son plantas leñosas, perennes, macollantes o monopódicas, con rizomas bien desarrollados, que poseen cañas duras generalmente huecas, crecen naturalmente, en climas tropicales y templados, con excepción de Europa y Asia Occidental (Judziewicz *et al.*, 1999; Marín *et al.*, 2008). En América existen 21 género y 345 especies (Mercedes, 2006). En México se ha determinado la existencia de ocho géneros y 35 especies de bambú de las cuales 14 son endémicas (Cortés, 2000).

En México la sobreexplotación de los bosques por la extracción indiscriminada de las especies forestales y la falta o poca eficacia de los programas de reforestación ha generado un constante deterioro de los recursos forestales. Ante esta situación se requieren acciones alternativas que satisfagan la demanda de papel, pulpa y madera, así como atenuar el deterioro forestal (García-Ramírez *et al.*, 2009) y a la vez remediar en parte la problemática social del campo (Cruz-Martín *et al.*, 2007).

Actualmente el bambú se ha convertido en una prominente alternativa forestal sostenible (Gutiérrez, 2000). Considerado de alta importancia económica (Embaye *et al.*, 2005), social y cultural (Ramanayake, 2006). Porque se han registrado hasta 1500 subproductos (Kibwage *et al.*, 2008). Que van desde papel hasta vivienda (Sood *et al.*, 2002). En la India 3.2 millones de toneladas se utiliza para papel (Das y Pal, 2005). Solamente las exportaciones de China por productos de bambú alcanza los 600 millones de dólares y el valor total de la

industria del bambú se estima en 12 mil millones de dólares (Smith y Marsh, 2005; Kirunda, 2005).

En Puebla, el bambú ocupa una superficie de 1 000 hectáreas, pero se requiere de una plantación mínima de 20 000 hectáreas, para satisfacer una demanda de 1 000 toneladas diarias para la producción de papel (Tirzo, 2008).

También, se estima que una hectárea de bambú captura 40 % más de bióxido de carbono que una hectárea de coníferas o eucaliptos en 10 ó 14 años (González, 2007). Por otro lado, se ha reconocido que supera al *Eucalyptus camaldulensis* Dehn en un 18.75 % en la captura de carbono y al *Pinus pinea* L en 37 % aproximadamente (De León, 1987). Llega a producir cuatro veces más oxígeno que otros árboles (Franquis e Infante, 2003). Además, produce seis veces más celulosa que el pino y genera hasta 40 t ha⁻¹ de biomasa cada año (Kumar y Sastry, 1999). Transforma la radiación solar en bienes y servicios ambientales útiles (Embaye *et al.*, 2005). Ubicándolo como una de las principales plantas en la lucha contra el cambio climático (Kumar *et al.*, 2005; Das y Chaturvedi, 2006; Nath y Das, 2008).

Otras ventajas del bambú consisten en que puede establecerse en todo tipo de terreno, sirve para incorporar tierras sin uso al cultivo, evita la erosión de los suelos, rehabilita tierras degradadas y favorece la formación de microclimas para la regeneración de los bosques (Kumar y Sastry, 1999). Crece tres veces más rápido que los eucaliptos y se puede cosechar constantemente a partir del quinto año por un periodo de 80-120 años, lo que no es común en especies maderables (Kibwage *et al.*, 2008). También, se considera que la producción de 60 ha de *Guadua*, equivale a la madera de 500 ha de valiosos árboles tropicales (Liese, 1999; Daquita *et al.*, 2007). Además, se le atribuye un alto valor nutritivo (Godbole *et al.*, 2002), cuando se le cultiva para obtener forraje (García-Ramírez *et al.*, 2007b). Igualmente, contiene propiedades medicinales, es fuente de alimentación humana y de gran valía ornamental (García-Ramírez *et al.*, 2007a).

Por otro lado, México reúne las condiciones fisiográficas y climáticas apropiadas para la propagación y producción de bambú (Rzedowski, 1981), a lo largo y ancho de todo el país (Gib, 2005). Sin embargo, el establecimiento y explotación de las especies en estudio a gran escala con fines comerciales, se ve limitada por la escasez de propágulos, segmentos nodales y los altos requerimientos de mano de obra (Godbole *et al.*, 2002). Por otra parte, la lenta multiplicación de enmiendas atribuida en cierta medida a los métodos de propagación (Sood *et al.*, 2002), así como a la restringida disponibilidad de semilla (Yasodha *et al.*, 2008). Dificultan la propagación convencional de bambú (Geilis *et al.*, 2001; Geilis y Oprins, 2002). Lo que obliga a desarrollar nuevas metodologías de propagación para restablecer y ampliar plantaciones (Jiménez *et al.*, 2006). Con uniformidad genética y fines comerciales (Mercedes, 2006).

Por otra parte, para obtener planta de calidad en condiciones de vivero se considera usar sustratos a base de materiales disponibles y con aceptables características físicas como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad. Sin embargo, éstas pueden variar significativamente de un lugar a otro e incidir en la mezcla final (Ansorena, 1995). Actualmente, las mezclas pueden prepararse con materiales orgánicos, composta, fibras y productos agroindustriales (Molitor *et al.*, 2004). En bambú se ha utilizado suelo y arena en proporciones de 75 y 25 % respectivamente (Giraldo y Sabogal, 2007) y humus de lombriz (80 %) con zeolita (20 %) (Gallardo *et al.*, 2008).

La principal vía de propagación es por chusquines, estos se encuentran en la base de las plantaciones, y se originan de yemas adventicias en los rizomas. Estas emergen una vez que el culmo ha sido cortado o por acame. Este método de propagación es muy recomendable por alto prendimiento y desarrollo; cada brote llega a producir de dos a 12 plántulas a los cuatro meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal (Gallardo *et al.*, 2008).

El rizoma del bambú es una prolongación del tallo que sirve de almacén de nutrientes, a los que se les cortan fracciones de 40 – 50 cm, cuidando de no dañar las yemas, para ser plantados individualmente (Catasús, 2003). Se le considera elemento básico para la propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas (Mercedes, 2006). Sin embargo, requiere mucha mano de obra lo que lo hace costoso y presenta baja tasa de multiplicación (Gielis *et al.*, 2001).

Otra forma es el trasplante directo, el cual requiere plantas jóvenes de dos a tres años de desarrollo (Catasús, 2003). Éste método requiere del tallo completo con ramas, follaje y rizoma, que al momento de la siembra conserve lo más intactas posible sus partes vegetativas (Giraldo y Sabogal, 2007).

El método por estacas utiliza ramas laterales de plantas adultas y chusquines en crecimiento. En *Guadua angustifolia* no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento (Gallardo *et al.*, 2008).

Por segmento de tallo consiste en cortar partes de tallo aproximadamente de un metro de longitud, de tres a cuatro años de edad y que posean dos o más nudos con yemas o ramas, las cuales se cortan a 30 cm de longitud; al plantarlos se debe tapar por lo menos un nudo, éste método requiere gran cantidad de material y por lo mismo, no permite la propagación masiva (Giraldo y Sabogal, 2007).

Esquejes de rama basal (segmento nodal) en este método de propagación se seleccionan las plantas con las características deseadas. Luego se selecciona el tercio basal medio, de donde se toman los propágulos de tres a cinco centímetros que posean una yema axilar latente. Previamente se deben preparar las bolsas con el sustrato deseado donde se siembran los propágulos de manera horizontal y a tres centímetros de profundidad (Giraldo y Sabogal, 2007).

El cultivo *in vitro*, actualmente se utiliza como la principal biotecnia aplicada a varias especies de bambú (Marulanda *et al.*, 2002); aunque en las especies en estudio se conocen muy pocos

reportes de la multiplicación por éste método (Manzur, 1988; Marulanda *et al.*, 2002).

El objetivo fue evaluar el efecto de tres factores para desarrollar un método eficiente de propagación convencional para la producción de planta de bambú en la Mixteca Poblana. Se espera que los resultados obtenidos a partir de este trabajo sean utilizados por los productores de bambú. Además, se requiere dar seguimiento a éste trabajo con el objeto de elaborar o ejecutar propuestas de desarrollo regional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El trabajo se desarrolló en un vivero del Municipio de Chietla. Este Municipio se localiza en la parte SW del Estado a una altura de 1 222 msnm, en las coordenadas siguientes: al norte 18°37', al sur 18°24' de latitud norte, al este 98°31' y al oeste 98°43' de longitud oeste. Sus climas son el subhúmedo con lluvias en verano A (w0) y el semicálido subhúmedo con lluvias en verano ACw0 abarcando un porcentaje de la superficie de 92.27 y 7.73, respectivamente. La temperatura media anual es de 24.4 y una precipitación anual promedio de 816 milímetros (INEGI 2005).

Factores de estudio y diseño experimental

Los factores evaluados fueron: especie (*Guadua angustifolia* (Ga), *Bambusa oldhamii* (Bo) y *Bambusa vulgaris* (Bv)); método de propagación (chusquin CH, por vareta V y por segmento nodal SN) y sustrato (Atocle+cachaza+estiércol caprino ACE, Tierra agrícola+cachaza+estiércol caprino TCE y un sustrato a base de insumos comerciales -SIC- (Musgo de turba 0.1614 m³, agrolita 0.1 m³, Tierra de uso agrícola 40 litros, Biofertilizante natural (3.4.3) 1.5 kg, Fertilizante granulado azul especial (12 12 17 (+2)) 1.5 kg, inoculante soluble para prevenir enfermedades de la raíz 18 ml e inoculante endomicorrízico para sistemas de producción masiva 36 ml). Estos factores se combinaron en un arreglo factorial 3³ y se establecieron en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de tres plantas.

Características de las especies utilizadas

Las especies utilizadas fueron: *Guadua angustifolia*, ésta es una especie originaria Colombia que alcanza alturas entre los 17 y 23 m, diámetros del tallo de 10 a 14 cm y demora de 4 a 6 meses para desarrollar su altura definitiva (Moreno *et al.*, 2006). Los nudos ocupan toda la sección del tallo que se caracteriza por una coloración blanquecina y por el desarrollo de pequeñas (menos de un mm) pubescencias de color café claro a manera de banda sobre el mismo. Presenta espinas en el tallo y ramas. Ostenta dos tipo de hojas: las caulinares o protectoras presentes en el rizoma y el culmo, envolviendo nudos con yemas y las hojas o láminas foliares que son simples están constituidas por una sola pieza de forma lanceolada rematando en punta a partir de la base ancha, mucho más larga que ancha, con longitud promedio de 15 a 20 cm y ancho entre 2 y 5 cm; el ápice remata gradualmente hacia una punta prolongada (Giraldo y Sabogal, 2007).

Bambusa oldhamii. Generalmente se le nombra maderable gigante: es una especie procedente de China es de color verde, sin espinas, los culmos son rectos, cilíndricos, huecos adelgazados, divididos por diafragmas, alcanzan diámetros de 10 cm, una altura aproximada de 25 m, entrenudos de 35 a 55 cm y rizoma paquimorfo (Mercedes, 2006). En Chietla, Puebla esta especie presenta hojas caulinares o protectoras de forma triangular y hojas o láminas foliares constituidas por una sola pieza de forma lanceolada rematando en punta a partir de la base ancha, mucho más larga que ancha, con longitud promedio de 13 a 16 cm y ancho entre 3 y 3.8 cm y el ápice termina en punta.

La especie *Bambusa vulgaris*, conocido como bambú común o simplemente bambú, es una planta que presenta tanto hojas caulinares en las primeras etapas de crecimiento y hojas foliares de forma lanceoladas, de tres a 15 cm de largo (De León, 1987), alcanza los 20 m de altura y diámetros de 8.5 cm, sin espinas, de color amarillo con rayas verdes y forma macizos que comparten sus rizomas, sus orígenes se le atribuyen al sur de Asia (Francis, 1993). Es una especie perenne, de crecimiento continuo, leñosa, generalmente hueca, pero muy sólida en

los nudos (Flores *et al.*, 1998; Hernández *et al.*, 2001).

Métodos de propagación evaluados

En el trabajo se consideraron los métodos de propagación por chusquin, vareta y segmento nodal, de las especies *Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii* y *B. vulgaris*. Los chusquines utilizados se cultivaron de acuerdo al protocolo habitual del vivero, de mayo a septiembre de 2009. Estos fueron separados con una porción de rizoma y trasplantados en bolsas para vivero de 30 x 30 cm, mismas que contenían un sustrato inicialmente preparado. El establecimiento del experimento se realizó el 29 de septiembre de 2009 al 3 de febrero de 2010. Los riegos para bambú son un factor indispensable para su desarrollo, en este trabajo se aplicaron cada tercer día de 10 a 12 mm de agua aproximadamente, por unidad experimental.

Las varetas se obtuvieron de secciones de ramas laterales de aproximadamente de 23 cm para *Guadua angustifolia*, 30 cm para *Bambusa oldhamii* y 15 cm para *Bambusa vulgaris*. Provenientes de plantas madres de tres años. Cada vareta constituida por dos nudos y una yema visible por cada nudo; las que fueron trasplantadas en forma vertical, introduciendo uno de los nudos en el sustrato contenido en bolsas de 30 x 30 cm.

Los segmentos nodales se obtuvieron de plantas madres de tres años, de las cuales se tomaron los propágulos de siete cm para las tres especies que presentaron yemas axilares latentes y visibles. Mismos que fueron introducidos a una profundidad de dos a tres cm en el sustrato confinado en bolsas de 30 x 30 cm, de acuerdo al diseño experimental.

Sustratos y componentes

Previo al experimento se midieron algunas propiedades físicas de los sustratos evaluados (Cuadro 1). Los sustratos que se utilizaron no se esterilizaron y fueron: El sustrato ACE, como ya se mencionó estuvo compuesto por atocle+cachaza+estiércol caprino. El atocle es un material que también se le conoce como tierra de lama, es húmeda y fértil, de color café, ideal para todo tipo de cultivo y plantas ornamentales. Se le

llama cachaza al principal residuo (entre el 3 y 5 % de la caña molida) de la industria azucarera, rica en calcio, fósforo, nitrógeno y materia orgánica, se le usa como enmienda para fines de mejoramiento físico y químico de suelos afectados por sales (Zérega y Adams, 1991), facilita la mineralización y disponibilidad de nutrientes a los cultivos (Hernández *et al.*, 2008).

Otro fue el sustrato TCE integrado por tierra de uso agrícola+cachaza+estiércol caprino. Para las mezclas de los sustratos ACE y TCE, se realizaron compostas separadas para el atocle, la tierra de uso agrícola, cachaza y el estiércol caprino.

Las mezclas se desmenuzaron hasta obtener partículas pequeñas, se agregó agua hasta quedar completamente húmedas y se cubrieron con plástico por 20 días. Al término de este primer periodo se descubrieron, se removió cada composta hasta quedar pulverizada, se agregó agua al punto de saturación y se cubrieron nuevamente con el plástico por 20 días más.

Al término de este segundo periodo se descubrieron, se removieron y se procedió a preparar las mezclas que conformaron el ACE y TCE. El sustrato SIC se preparó por separado, sin la necesidad de compostear ninguno de sus componentes.

El tercer sustrato (SIC) se conformó en su mayoría a base de ingredientes comerciales para explotaciones a gran escala bajo condiciones de vivero, de especies nativas de la Mixteca Poblana.

Cuadro 1. Características físicas de los sustratos utilizados para el cultivo de plantas de tres especies de bambú.

Características	Sustratos		
	ACE	TCE	SIC
Saturación % de humedad	78.60	105.20	276.00
Densidad aparente (g·cm ⁻³)	1.10	0.88	0.26
Densidad real (g·cm ⁻³)	2.14	2.05	1.07
C. hidráulica (cm h ⁻¹)	6.29	8.56	45.10
Porosidad total (%)	55.00	68.00	73.00
Capacidad de aireación (%)	3.00	3.00	10.00
Retención de humedad (%)	52.00	66.00	63.00

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: supervivencia (SPV); número de hijuelos (NH); altura (AL), diámetro del tallo (DI), número de hojas (NHA),

número de raíces (NR) y longitud de la raíz principal del primer hijuelo (LR).

La supervivencia se empezó a medir a los ocho días. A partir de entonces cada semana se cuantificaba el número de explantes por parcela que continuaban vivos.

El número de hijuelos y hojas se registraron de igual manera en periodos semanales, conforme fueron apareciendo, a partir de los 23 y 51 días después del trasplante, respectivamente.

El número de raíces y longitud de la raíz principal, se cuantificaron y midieron, respectivamente, al final del experimento. Para la medición de la longitud de la raíz principal, se utilizó una cinta métrica de 1.5 m de longitud a partir del cuello de la raíz al ápice de ésta.

La altura se midió de la base del tallo hasta el último nudo. El diámetro del tallo se midió con un vernier digital, a la mitad de su longitud.

Análisis estadístico

Para este análisis sólo se consideraron los datos de la última medición, realizada, a los 136 DDT.

Primero se realizó un análisis de varianza de acuerdo con los diseños de tratamientos y experimental. Enseguida, se procedió a la prueba de separación de medias (Tukey) para las variables y factores significativos. Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9 (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza se encontró lo siguiente: Para el porcentaje de supervivencia resultaron significativas las fuentes de variación MP, SP, ST, MP x SP y MP x ST. En el número de hijuelos, hojas y longitud de raíces del primer hijuelo, sólo hubo significancia para MP y SP.

Para altura y diámetro del tallo, los efectos significativos resultaron ser MP y SP así como MP x SP; mientras que en el número de raíces lo fueron MP y MP x SP (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de variables evaluadas.

Fuente de variación	SPV	NH	NHA	AL	DI	NR	LR
MP	29.87***	9.72***	10.89***	11.20***	12.4***	8.08***	9.75***
SP	14.64***	6.19***	4.46*	3.64*	3.24*	2.84 ^{NS}	3.28*
ST	3.65*	0.00 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.35 ^{NS}	0.19 ^{NS}	0.96 ^{NS}	0.58 ^{NS}
MPxSP	6.84***	1.89 ^{NS}	1.63 ^{NS}	2.97*	2.64*	3.25*	1.56 ^{NS}
MPxST	2.91*	0.50 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.12 ^{NS}	0.58 ^{NS}	0.67 ^{NS}	0.39 ^{NS}
SPxST	1.09 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.53 ^{NS}	0.51 ^{NS}	1.36 ^{NS}	0.58 ^{NS}
MPxSPxST	1.52 ^{NS}	0.70 ^{NS}	0.55 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.54 ^{NS}	1.49 ^{NS}	1.31 ^{NS}

NS, (*) $P \geq 0.05$, (**) $P \geq 0.01$ y (***) $P \geq 0.001$.

Porcentaje de supervivencia

El análisis de varianza muestra diferencias significativas en los niveles de supervivencia de los factores MP, SP y ST, al igual que en las interacciones entre los factores evaluados. Aunque cabe mencionar que sólo se hace referencia a estas últimas.

En la interacción MP x SP, se obtuvo el 85% de supervivencia de la combinación chusquin-*Bambusa vulgaris*, porcentajes mayores de supervivencia también fueron encontrados en investigaciones realizadas por Gallardo *et al.* (2008) quienes encontraron que la mejor vía de propagación para la especie de bambú *Guadua angustifolia* es a partir de chusquines. En este estudio el método chusquin demostró ser la mejor opción para la propagación convencional de bambú, debido a que el chusquin por ser una plántula completa presenta un pequeño rizoma horizontal, le sirve como órgano de reserva que favorece su propagación, al respecto Francis (1993) señala la presencia de un sistema radicular a partir de un rizoma bulboso en *B. vulgaris*. Un hecho que tiene relevancia en la propagación convencional del bambú y a la vez abre la posibilidad de usar este método con otras especies.

En las combinaciones Chusquin-*Guadua angustifolia* y vareta-*Bambusa vulgaris* los porcentajes de supervivencia fueron menores el 55.52% y 42.42% respectivamente. Los porcentajes de supervivencia son similares, no se observan diferencias significativas, por lo tanto cualquiera de las combinaciones puede utilizarse indistintamente, en el entendido que los porcentajes de supervivencia sean los mencionados. Resultados similares fueron observados por Giraldo y Sabogal (2007), quienes mencionan que el método más eficiente para la propagación de la *Guadua* es el

chusquin, mientras que investigaciones realizadas por Vela (1982) contrastan, al mencionar que el mejor método de propagación de *B. vulgaris* es por medio de vareta con una o dos yemas visibles. Es importante mencionar que la propagación por vareta de *B. vulgaris*, presenta una propensión al enraizamiento superior a otras especies (Francis, 1993) y a esto se puede atribuir el porcentaje de supervivencia.

Con respecto a las combinaciones vareta-*Bambusa oldhamii* y segmento nodal-*Bambusa vulgaris* el porcentaje de supervivencia es nula. En las combinaciones chusquin-*Bambusa oldhamii*, vareta-*Guadua angustifolia* y segmento nodal-*Guadua angustifolia* y *Bambusa oldhamii* se observa que no existen diferencias significativas y los peores resultados (Figura 1a). Kapoor y Rao (2006) encontraron que la propagación de bambú a través de vareta y segmento nodal proviene específicamente de fragmentos de ramas nodales. Por su parte, Ndiaye *et al.* (2006) mencionan que está situación está asociada a la necrosis de yemas, provocando con esto en los primeros seis meses su muerte, reflejando con esto que el uso de vareta o segmento nodal no influye en el porcentaje de supervivencia y propagación del bambú.

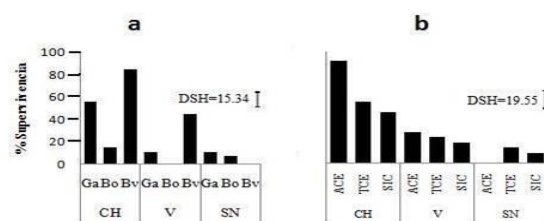


Figura 1. Interacción MP x SP (a) y MP x ST (b) en los porcentajes de supervivencia de los materiales de bambú.

En cuanto a la interacción MP x ST (Figura 1b) se encontró un 74 % de supervivencia en la combinación chusquin-sustrato ACE. El 44.42% la combinación chusquin-TCE y 37.01% la chusquin- SIC con porcentajes superiores a las seis restantes. Podemos observar que la combinación vareta- ACE es estadísticamente homogénea a la combinación chusquin-SIC. La misma tendencia se presenta en las combinaciones vareta-TCE, vareta-SIC,

segmento nodal- TCE y segmento nodal-SIC, que presentó porcentajes de supervivencia relativamente bajos, así como la combinación segmento nodal-ACE, que presenta nula supervivencia.

La combinación chusquin-ACE presentó los mejores resultados en supervivencia, situación que muestra una relación estrecha con lo señalado por Giraldo y Sabogal (2007) en el sentido de que la mejor manera de propagar el bambú (*Guadua angustifolia*) es a través del método que utiliza como propágulo el chusquin. Para obtener estos resultados el sustrato debe reunir ciertas características, Cabrera (1999) sugiere que el sustrato debe contar con una densidad aparente (Dap) óptima menor a $0.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, De Boodt *et al.*, (1974) mencionan que la retención de humedad debe fluctuar entre el 20 y 30 %. En este estudio las propiedades físicas del ACE fueron: densidad aparente $1.1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y retención de humedad, 52 %. Al comparar la densidad aparente (Dap) entre ACE y TCE (1.1 y $0.88 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, respectivamente); la Dap en el primer sustrato fue superior lo que favoreció el porcentaje de supervivencia de la combinación.

Este efecto, pueden atribuirse en primer término al atocle, según lo menciona Morales (2009) es un material ideal para todo tipo de cultivo y en segundo término a la materia orgánica disponible en la cachaza y el estiércol caprino del sustrato utilizado en este estudio, pues de acuerdo con lo reportado por Abad y Noguera (2000), los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen principalmente a la química de los sustratos, debido a la formación de las sustancias húmicas. Así como también, ayudan a mantener y conservar los nutrientes (Juárez *et al.*, 2007). Acosta y Medina (2005) señalan que se obtiene hasta el 91 % de supervivencia en el cultivo de *Eucalyptus grandis* con sustratos a base de cachaza.

Con respecto a la combinación chusquin-ACE, se observa que el sustrato influye en la supervivencia del chusquin, por lo tanto se sugiere como una opción para la propagación de bambú (*B. vulgaris* y *G. angustifolia*), lo cual se debe a sus características fisicoquímicas, a el

uso en bolsa de vivero, a su disponibilidad en la región y sobre todo que se encuentra al alcance de productores.

Las combinaciones chusquin-TCE y chusquin-SIC presentan diferencias estadísticamente homogéneas, sin embargo los porcentajes de supervivencia son bajos. Lo que se atribuye a que el chusquin es la opción más viable para la propagación, sin embargo los sustratos presentan una alta retención de humedad y una densidad aparente menor que el sustrato en el que se obtuvieron los mejores resultados de supervivencia. Por lo tanto se considera que el empleo de combinaciones chusquin-TCE y chusquin-SIC, son una alternativa viable en la propagación de bambú, siempre que los resultados se encuentren entre el 37.01 y el 44.42 % de supervivencia.

Las combinaciones que presentan porcentajes de supervivencia relativamente bajos son vareta-TCE y vareta-SIC y segmento nodal-TCE y segmento nodal-SIC. Así como, en los que no existe supervivencia segmento nodal- ACE, se observa que no existen diferencias significativas. Finalmente el comportamiento que mostraron las diferentes combinaciones muestra que no necesariamente se deben considerar en la propagación del bambú.

Número de hijuelos

La figura 2. Muestra los resultados de los factores principales MP (a) y SP (b) en la producción de hijuelos. Se observa que el MP denominado CH fue mejor que los métodos V y SN. Se obtuvo un promedio de 1.29 hijuelos con el primer método, con respecto a los métodos V y SN, cuya producción es de 0.25 y 0.07 hijuelos respectivamente. En el factor SP se observa que *Guadua* es superior a *B. oldhamii* y *B. vulgaris*, en cuanto a la producción de hijuelos, se obtuvo un promedio de 1.11 hijuelos con el método CH, en contraste con los métodos V y SN donde se obtuvo una producción de hijuelos de 0.07 y 0.44 respectivamente. Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas.

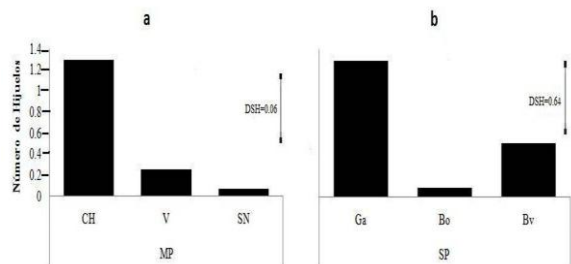


Figura 2. Efecto de los métodos de propagación (a) y las especies (b) en el número de hijuelos.

Por lo tanto, el método de chusquin probablemente está relacionado con la consideración que hace Catasús (2003) acerca de este propágulo, pues menciona que el chusquin es una planta completa; esto, pudiera influir en la eventual emergencia de hijuelos por propágulo. En cambio, la vareta y el segmento nodal producen menor número de hijuelos, posiblemente a la falta de área foliar, ni rizoma y sistema radicular visibles. En caso de que exista supervivencia, la formación de hijuelos inicia después de 20 a 40 días (Giraldo y Sabogal, 2007). Observaciones que muestran la conveniencia de utilizar el chusquin como propágulo en la reproducción de bambú.

Los efectos encontrados con la especie *Guadua* para la producción de hijuelos guardan estrecha relación con lo señalado por Díaz (2009), quien menciona que en bancos de propagación la *Guadua* tiene la capacidad de generar aproximadamente hasta 1.25 hijuelos por mes en promedio. Sin embargo, para *B. oldhamii* la literatura consultada no hace mención al respecto. Con respecto a *B. vulgaris* no existe información sobre el desarrollo de plántulas (Francis, 1993). Los datos obtenidos en este estudio demuestran la importancia que tiene el usar la especie *G. angustifolia* en la obtención de hijuelos para propagación.

Número de hojas del primer hijuelo

En cuanto al número de hojas (NHA) producidas del primer hijuelo, se observa que existen diferencias significativas entre los métodos de propagación evaluados. Se observa que el método por chusquin superó en un 64 % al método por vareta, y en 75 % al segmento nodal (Figura 3a). Sin embargo, entre los métodos V y SN no existe diferencia

significativa. Estos resultados contrastan con los encontrados por Giraldo y Sabogal (2007), quienes señalan que a los 60 DDT el chusquin debe presentar de 10 a 12 hojas, momento recomendable para el trasplante. Mientras que Hasan *et al.* (1976) mencionan que las varetas deben de mantenerse de 20 a 24 meses en condiciones de vivero, antes de su completo desarrollo para el trasplante. Sin embargo, es importante mencionar que no se reporta el número de hojas que debe contener, probablemente porque no se considera como un indicador confiable de propagación, y su dependencia se basa principalmente en la edad de los propágulos (chusquin, vareta o segmento nodal). Considerando esta situación, el número de hojas obtenidas con el método de propagación chusquin y la rápida formación foliar necesaria para el trasplante, son factores que hacen de este método una alternativa viable para la propagación del bambú, en comparación el método por vareta y el segmento nodal.

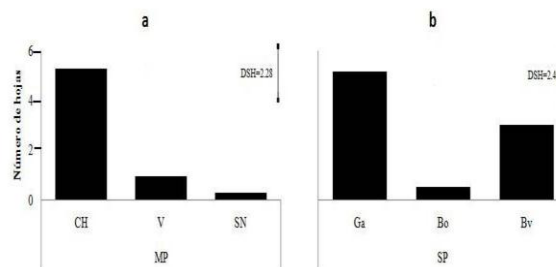


Figura 3. Efecto de los métodos de propagación (a) y las especies (b) en el número de hojas.

Con respecto al efecto de la SP para NHA, *Guadua angustifolia* presenta un efecto del 59% con respecto al 35% que *B. vulgaris* presenta, la Figura 3b muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas. Así mismo, *Guadua* obtuvo mayor número de hojas, probablemente este resultado se debe a disponibilidad de los nutrientes presentes en el sustrato, y a la capacidad de absorción y número de hojas que produce la especie. Estos resultados guardan relación a los mostrados por Callejas-Ruiz *et al.* (2008), en un trabajo realizado en flor de noche buena, donde el número de hojas fue mayor al utilizar un sustrato con fertilización. Así mismo, Giraldo y Sabogal (2007) mencionan que en un análisis foliar de *Guadua* y otras especies en etapa adulta

requieren además de nitrógeno y potasio, una mayor cantidad de calcio y magnesio para la producción de hojas, en sustitución del fósforo como elemento mayor. En este aspecto se observó que *Guadua* superó a *B. oldhamii* y *B. vulgaris* en un 65 % con relación al nitrógeno, en 64 % con respecto al fósforo y 6 % a cerca del potasio.

Altura del primer hijuelo

La Figura 4 muestra la altura del hijuelo (AL), se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de propagación y las especies. En donde la combinación chusquin- *B. vulgaris* superó con 17 %, a la combinación CH-*Guadua*, el 32 % a la integrada por vareta-*Guadua*. Las combinaciones CH-*B. oldhamii* y SN-*Guadua*, y en los métodos de vareta y segmento nodal ambas con *B. oldhamii* y *B. vulgaris* fue cero. Sin embargo, entre estas últimas seis combinaciones no se presentaron diferencias significativas.

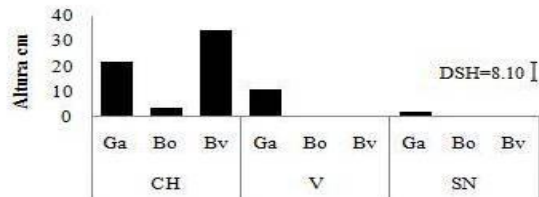


Figura 4. Efecto de la interacción MP x SP en la altura del primer hijuelo.

La combinación chusquin-*B. vulgaris* presenta resultados significativos para la variable altura del primer hijuelo, resultados similares los señala Catasús (2003) quien menciona que los mejores resultados los ofrece el método de propagación que utiliza al chusquin como propágulo y con D'Esezarte y Goszczyński (2005) quienes señalan que la *B. vulgaris* muestra mayor crecimiento hasta la tercera generación. Por su parte, Chaturvedi (1988) menciona que existen registros de que esta especie alcanza hasta 20 cm por día y del 40 al 50 % del crecimiento diario se lleva a cabo en los primeros entrenudos. Los efectos manifestados por esta combinación permiten considerarla como importante para la

producción de plántula de bambú, siempre que se consideren 34 cm de altura en promedio y bajo condiciones de vivero.

La combinación chusquin-*Guadua* fue superada estadísticamente por CH- *B. vulgaris*, efectos que pueden atribuirse a que la combinación dio como resultado mayor área foliar y posiblemente una consecuente pérdida de tiempo empleado en dicha formación, impidiendo el avance de su altura. Situación que se relaciona con lo señalado por Giraldo y Sabogal (2007) quienes indican que hijuelos de *Guadua* entre los 45 y 60 primeros días logran un área foliar constituida por 10 a 13 hojas. Una combinación que puede ser considerada para la propagación del bambú en condiciones de vivero, siempre que se espere hasta 22 cm en promedio de altura de los hijuelos.

Resultados inferiores se registraron para la variable altura. La combinación chusquin-*B. oldhamii* se presenta como el mejor método de propagación. Los resultados se atribuyen a que la especie presenta dificultades de propagación a través del método chusquin. Al respecto, Cortés (2005) señala que ésta especie se propaga a través del método que utiliza como propágulo al tallo con yemas. En las combinaciones V y SN-*Guadua* se observan resultados muy pobres, lo que se atribuye a que los dos métodos de propagación, utilizan como propágulo a segmentos que provienen de ramas con yemas, que al mismo tiempo que forman sus sistema radicular y foliar producen hijuelos. Situación que demerita la altura de los hijuelos. Finalmente, las combinaciones integradas por V-*B. oldhamii* y SN- *vulgaris*. No presentan resultados significativos, sin embargo puede estar asociado al origen y características de los propágulos, y a la necrosis que puede llegar a provocar su muerte.

Diámetro del primer hijuelo

El diámetro de hijuelos (DI) mostró diferencias significativas en la interacción MP x SP (Figura 5), en donde el mejor promedio de los diámetros (3.21mm) se obtiene en la combinación chusquin con *B.vulgaris* que superó con 19 % a la formada por chusquin *Guadua* y 35 % a vareta con *Guadua*. Sin embargo, si existen diferencias en

las combinaciones CH con *Bo* y SN con *Ga* que expresaron los peores resultados y las que no se expresaron integradas por V y SN ambas con *Bo* y *Bv*.

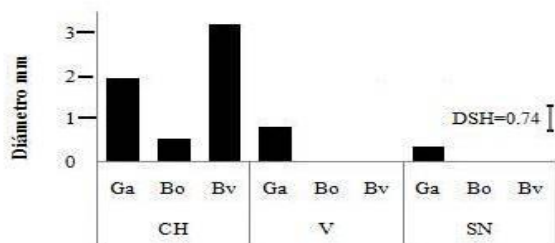


Figura 5. Efecto de la interacción MP x SP en el diámetro del primer hijuelo.

La mejor combinación fue la de chusquin con *B. vulgaris*. El chusquin ha demostrado ser el mejor método de propagación para el bambú por ser una planta completa y la especie *B. vulgaris* presenta un diámetro de hasta 8.15 cm en los primeros tres o cuatro años (Chaturvedi, 1988), la *B. oldhamii* cinco cm (Catasús, 2003) y la *Guadua*, al tercer año de siembra alcanza de cuatro a seis centímetros (Giraldo y Sabogal, 2007). Este comportamiento del diámetro para el método de propagación por chusquin puede ser la explicación de lo que se muestra en la Figura 5.

En la combinación varetta con *Guadua* que también puede ser una opción para la propagación, los resultados pueden estar relacionados a que la *Guadua* presenta raíces adventicias visibles en los nudos en relación a la *B. oldhamii* y la *vulgaris* al primer año después de su establecimiento. Esta pudiera ser la explicación por la capacidad de generación de raíces y de supervivencia que presenta esta especie. Asimismo, *Guadua* presenta diámetros de 1 mm cuando la planta mide 10 cm de altura (Giraldo y Sabogal, 2007). Mientras que en este trabajo se presentaron diámetros para *oldhamii* y *vulgaris* de 0.55 y 3.21 mm, respectivamente.

Las combinaciones donde el efecto fue cero, probablemente se relacionan al periodo de prendimiento y crecimiento radicular como lo señala Catasús (2003), al referirse a *B. oldhamii* que utiliza como propágulos a la varetta y

segmentos nodales, los cuales tardan tres meses para su prendimiento y tres para enraizar.

Número de raíces del primer hijuelo

La Figura 6. Señala el efecto de la interacción MP x SP, se observan diferencias significativas al comparar el máximo promedio (9.44%) de raíces que expresó el chusquin con *B. vulgaris*, mientras que la combinación chusquin-*Guadua* tiene un promedio de 4 raíces, no se presentaron diferencias entre los resultados de las combinaciones CH- *B. oldhamii*, varetta y segmento nodal con *Guadua*, así como en donde no hubo resultados.

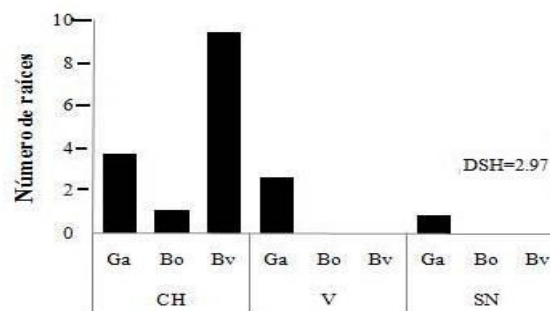


Figura 6. Resultado de la interacción MP x SP sobre el número de raíces de bambú.

Los resultados encontrados tienen relación con lo reportado por Gallardo *et al.* (2008) quienes mencionan que una de las vías más apropiadas para la propagación del bambú (*Guadua angustifolia*) es a partir del chusquin. Así como, la especie *B. vulgaris* tiene un comportamiento radical que le permite desarrollar rizomas bulbosos de tamaño grande (visible) y una gran cantidad de raíces (Francis, 1993). Probablemente, esta sea la explicación de los resultados obtenidos con esta combinación. Para la combinación chusquin-*Guadua* el método con esta especie es el más apropiado (Giraldo y Sabogal, 2007). Sin embargo, se obtuvo menor cantidad de raíces, lo que puede deberse a que *Guadua* presenta menor altura y un lento crecimiento del rizoma en comparación con la *B. vulgaris*. La chusquin *B.-oldhamii* no es el método más apropiado para su propagación. Catasús (2003) menciona que el método de propagación más adecuado para esta especie, es

el que utiliza secciones de culmos o ramas con uno o dos nudos.

La combinación vareta-*Guadua* es la mejor combinación a diferencia de las combinaciones vareta con *B. oldhamii* y *vulgaris*. Al respecto, existe cierta relación con lo que menciona Giraldo (2003), que la *Guadua* presenta un comportamiento radical que le permite producir brotes cada 15 o 20 días y por esta ramificación mayor cantidad de raíces. En el caso de la peor combinación SN con *Guadua* y las integradas por V y SN con *B. oldhamii* y *vulgaris*, respectivamente. Lo que puede deberse a que la vareta y el segmento nodal son secciones de ramas con yemas, aunque estén vivas y visibles no quiere decir que produzcan hijuelos entre los primeros 20 días y con gran número de raíces, porque requiere de más tiempo. Sin embargo, Catasús (2003) señala que para las especies consideradas en este trabajo el método más apropiada es el que utiliza como propágulo secciones de ramas con uno o dos nudos (varetas o segmentos nodales).

Longitud de la raíz principal del primer hijuelo

El efecto del MP (Figura 7a) sobre la longitud de raíces refleja el mayor promedio (25.57 cm) se logró con el chusquin que superó a la vareta por 54 % y al segmento nodal en 6.4 %. El resultado más alto (16.55 cm) del efecto de la fuente principal SP en la misma variable (Figura 7b) se logra con la especie *G. angustifolia*, que superó a la *B. vulgaris* por (14 %) y a la *oldhamii* en un 44.6 %.

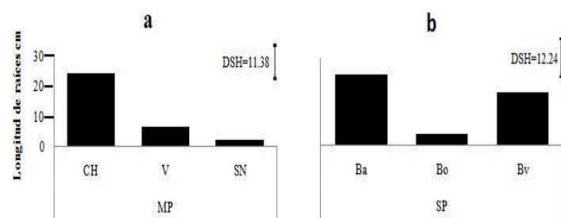


Figura 7. Efecto del MP (a) y la SP (b) en la longitud de la raíz principal.

En el caso del MP los resultados coinciden con los reportados por Giraldo y Sabogal (2007) quienes señalan que el método más apropiado de

propagación (*Guadua*) es el chusquin. Mientras que los otros métodos no mostraron efectos significativos posiblemente porque utilizan como propágulo secciones de ramas con yemas y no presentan raíces, ni área foliar visible, únicamente yemas viables y visibles. A esto posiblemente se le atribuya el resultado. Sin embargo, Catasús (2003), menciona que los métodos de propagación para las especies en cuestión utilizan secciones de culmos o ramas con uno o dos nudos. Además, requieren de mayor tiempo para obtener resultados diferentes.

Los resultados con respecto a la SP, difieren a los mencionados por Giraldo y Sabogal (2007), quienes señalan que hijuelos de *Guadua* alcanzan una longitud de raíz hasta de 15 cm en comparación a los encontrados en este trabajo, cuyo resultado es de 17 cm en promedio. También, a los reportados por Francis (1993), quien menciona que los hijuelos de *B. vulgaris* presentan pequeños rizomas visibles que se conectan con los de la anterior generación y así sucesivamente. Pequeños rizomas que a su vez producen raíces fuertes y fibrosas que alcanzan una longitud de 30 cm o más, en contraste con los obtenidos en esta investigación que alcanzaron 12.20 cm en promedio. Los resultados pueden estar asociados a que la longitud de la raíz para el caso del MP, el desarrollo de ésta puede ser atribuida a la porosidad del sustrato que facilita probablemente la elongación. En oposición con la SP que posiblemente el contenedor del sustrato limitó su desarrollo.

CONCLUSIONES

El método de propagación chusquin es mejor que la vareta y el segmento nodal para producción de plántula de bambú. Para la producción de hijuelos, número de hojas y longitud de raíces la especie *Guadua angustifolia* presentó los mejores resultados. En supervivencia, altura, diámetro y raíces, la especie *Bambusa vulgaris* ofrece los mayores efectos. El mejor sustrato para la supervivencia de propágulos de bambú con los métodos de propagación chusquin y vareta, fue el ACE (atocle+cachaza+estiércol caprino) que normalmente usan los productores.

LITERATURA CITADA

- Abad, B.M., Noguera, M.P. 2000. **Los sustratos en los cultivos sin suelo, pp: 137-183.** In: Manual de Cultivo sin Suelo. Urrestarazu G., M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Acosta, R.D., Medina, M.R. 2005. **La cachaza como sustrato para la producción de plantas de *Eucalytus* en vivero de tubetes.** Cuba. ISBN 959-250-156-4.
- Ansorena, J. 1995. **Propiedades físicas de los sustratos.** Chile Agrícola, 20(208): 217-218.
- Cabrera, I. R. 1999. **Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta.** Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 5-11.
- Callejas-Ruiz, B.A., Castillo-González, A.M., Colinas-M., T., González-Chávez, M. del C., Pineda-Pineda, J. y Valdez-Aguilar, L.A. 2009. **Sustratos y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de nochebueva.** Revista Chapingo Serie Horticultura 15(1): 57-66
- Catasús, G. L. 2003. **Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba.** MINREX. Cuba. 56 p.
- Cortés, R. G. R. 2000. **Los bambúes nativos de México.** CONABIO. Biodiversidad 30: 12 – 15
- Cortés, R.G.R. 2005. **El bambú en México: Antecedentes.** Bambúes de México. Revista electrónica Biobambú. Consultada en : www.bambumex.org el 22 de julio de 2009.
- Cruz-Martín, M., García-Ramírez, Y., Sánchez-García, C., Alvarado-Capó, Y., Acosta-Suárez, M., Roque, B., Leiva-Mora, M. y Freire-Seijo, M. 2007. **Identificación y control de *Bacillus* sp., contaminante del establecimiento *in vitro* de *Guadua angustifolia* Kunth.** Biotecnología Vegetal. 7 (1): 9 – 13.
- Chaturvedi, A.N. 1988. **Management of bamboo forests.** Indian Forester. 114(9): 489-495.
- D' Esazarte, L. E., Goszczyński, D.T.J. 2005. **Adaptabilidad de bambú en el estado de Veracruz.** Primer congreso mexicano del bambú. Xalapa, Veracruz. 112 p.
- Daquita M., Gregori, A., Cid, M., Lezcano, Y., Sagarra, F. 2007. **Formación de callos e inducción de brotes a partir de tejido intercalar de ramas de plantas adultas de *Guadua angustifolia* Kunth.** Biotecnología Vegetal. 7 (2): 119 – 122.
- Das, D.K., Chaturvedi, O.P. 2006. ***Bambusa bamboos* (L.) Voss plantation in eastern India: I. Culm recruitment, dry matter dynamics and carbon flux.** J. Bamboo Rattan, 5: 47–49.
- Das, M., Pal, A. 2005. ***In vitro* regeneration of *Bambusa balcooa* Roxb.: Factors affecting changes of morphogenetic competence in the axillary buds.** Plant Cell Tiss Organ Cult. 81: 109-112
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I. 1974. **Method for measuring the water**
- De León, J. 1987. **Botánica de los Cultivos Tropicales.** Costa Rica: IICA, 1987, c1968. XXX (Colección de libros y Materiales Educativos/IICA; No. 84: 445 p.
- Díaz, F.E. 2009. **Generalidades de la *Guadua angustifolia* Kunth.** Pequeño manual de la *Guadua*. 142 p.
- Embaye, K., Weih, M., Ledin, S., Christersson, L. 2005. **Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management.** For. Ecol. Manag., 204: 159–169.
- Flores, M.L., Montiel, L. M, Musmani, Q. M. 1998. **Propagación y desarrollo de cuatro variedades de bambú en condiciones de campo.** Revista de Biología Tropical (C.R). 46 (3): 36-40.
- Francis, J. K. 1993. ***Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Common bamboo.** SO-ITF-SM- 65. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
- Franquis F., Infante, A. 2003. **Perspectivas del bambú en América Latina y en Venezuela.** For. Lat. 33: 1-10.
- Gallardo, J., Freire, M., León, J., García, Y., Pérez, S., González, M. 2008. **Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación.** Cultivos tropicales. 29 (1): 17-22
- García, R.Y, Freire S.M., Fajardo, L., Tejeda, M., Reyes, M. 2007b. **Establecimiento *in vitro* de yemas axilares de *Bambusa vulgaris* var *Vittata*.** Biotecnología Vegetal Vol. 7 (3): 155 – 159.
- García, R.Y., Freire S.M., Tejeda, M., Reyes, M. 2007a. **Germinación *in vitro* de semillas de *Dendrocalamus strictus* (Rosb.) Nees.** Biotecnología Vegetal Vol. 7 (1): 41 - 44.
- García-Ramírez, Y., M. Freire-Seijo, M. Tejeda y M. Reyes. 2008. **Formación de callos de *Dendrocalamus strictus* (Rosb.) Ness a partir de semillas.** Biotecnología vegetal 8 (1).31-34
- Gib, C. 2005. **El bambú: su importancia en la ecología y la conservación de las especies nativas.** Primer congreso mexicano del bambú

- 8, 9 y 10 de diciembre del 2005 Xalapa de Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave México. 112 p.
- Gielis, J., Oprins, J. 2002. **Micropropagation of temperate and tropical woody bamboos—from biotechnological dream to commercial reality.** In: Bamboo for sustainable development. Proceedings of the Vth International Bamboo Congress and the VIth International Bamboo Workshop, San Jose, Costa Rica. pp 333–344
- Gielis, J., Peeters, H., Gillis, K., Oprins, J., Debergh, P.C. 2001. **Tissue culture strategies for genetic improvement of bamboo.** Acta Hort. 552: 195–203
- Giraldo, H. E., Sabogal, A. 2007. **Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo.** Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q. Tercera edición e impreso en Colombia. 192 p.
- Giraldo, H.E. 2003. **Aspectos generales de la Guadua angustifolia Kunth.** Propagación, manejo y silvicultura sostenible. In:III Seminario internacional del bambú. San Felipe, Yaracuy, Colombia.p. 16-29.
- Godbole, S., Sood, A., Thakur, R., Sharma, M., Ahuja, P.S. 2002. **Somatic embryogenesis and its conversion into plantlets in a multiplurpose bamboo. Dendrocalamus hamiltonii** Nees et Arn. Ex Munro. Current science. 83 (7): 885-889
- González, P. G. 2007. **Características y usos del bambú.** Acción Agraria. Lima, Perú. 45 p.
- Gutiérrez, J.A. 2000. **Structural adequacy of traditional bamboo housing in Latin America.** Technical Report No. 19. International Network for Bamboo and Rattan, Beijing
- Hasan, S.M., Skoupy, J., Vaclav, E. 1976. **Recent trends in bamboo growing and use in Bangladesh.** Silvaecultura Tropica et Subtropica. 5: 59-69.
- Hernández, M. G. I., Salgado, G. S., Palma, L. D. J., Lagunes, E. L. del C., Castelán, E. M., Ruiz, R. O. 2008. **Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de Chiapas, México.** INTERCIENCIA. 33: 855 – 860 p.
- Hernández, S., Gatica, A. A., Guerrero, M. 2001. **Establecimiento in vitro de Bambusa vulgaris (Bambú amarillo).** Centro de investigación en biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 24 p.
- INEGI. 2005. **Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.** Integración territorial del estado de Puebla. Segundo conteo de población y vivienda.
- Jiménez, V. M., Castillo, J., Tavares, E., Guevara, E., Montiel, M. 2006. **In vitro propagation of the neotropical giant bamboo, Guadua angustifolia Kunth, through axillary shoot proliferation.** Plant Cell Tiss Organ Cult 86: 389–395
- Juárez, D.R., Fragoso, C.G., Turrent, F.A., Sandoval, C.A., Ferreras, C.R., Ocampo, F.I., Ocampo, M.J. 2007. **Manejo de la diversidad biológica del suelo en sistemas agroforestales.** En López Olguín, J.F., Aragón García, A. y Tapia Rojas, A.M. (Comp.), Avances en Agroecología y Ambiente. Vol. 1 (pp. 227-249). Puebla, México: BUAP.
- Judziwicz, E.J., Clark, L.G., Londoño, X., Stern, M.J.1999. **American bamboos.** Smithsonian Institution Press. Washington D.C., Washington, Estados Unidos. 392 p.
- Kapoor, P., Rao, I.U. 2006. **In vitro induction and plantlet formation from multiple shoots in Bambusa bambos var. gigantea Bennet and Gaur by using growth regulators and sucrose.** Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 85:211-217
- Kibwage, J.K., Odondo, A.J., Momanyi, G.M. 2008. **Structure and performance of formal retailmarket for bamboo products in Kenya.** Scientific Research and Essay Vol.3 (6): 229-239
- Kirunda, K. 2005. **Bamboo Solution to Lake Pollution, a report on the bamboo Project handled by World Agroforestry Centre in Lake Victoria basin, Kenya.**
- Kumar, A., Sastry, C. B. 1999. **“INBAR Red internacional del Bambú y el Ratán.** Los productos forestales no madereros y la generación de ingresos. Unasylva. 50: 48-53.
- Kumar, B.M., Rajesh, G., Sudheesh, K.G. 2005. **Aboveground biomass production and nutrient uptake of thorny bamboo [Bambusa bambos (L.) Voss] in the homegardens of Thrissur, Kerala.** J. Trop. Agric., 43 (1- 2): 51–56.
- Liese, W.1999. **Bamboo: Past-Present Future.** American Bamboo Society Newsletter 20 (1): 1-7
- Manzur, D. 1988. **Propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunt.** Agronomía. 2: 14-19.
- Marín CH.D., Guédez, Y., Márquez, De H.L. 2008. **Guadua (Guadua angustifolia Kunth) and bamboo (Bambusa vulgaris Wendland) plantations in San Javier, Yaracuy state, Venezuela.** Rev. Fac. Agron. 25: 261-285.

- Marulanda, M. L., Carvajalino, M., Vargas, C., Londoño, X. 2002. **La biotecnología aplicada al estudio y aprovechamiento de la Guadua**. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua Pereira, mayo 16-17 y 18. 5 p.
- Mercedes, J.R. 2006. Cultivo del Bambú. **Guía Técnica**. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 37p.
- Mollitor, H., Faber, A., Marutzky, R., and Springer, S. 2004. **Peat substitute on the basis of recycled wood chipboard**. Acta Horticulturae 644: 123-130.
- Morales, E. M. 2009. **Clasificación y uso del suelo**. Mi Axochiapan. Consultado en http://www.miaxochiapan.com/aspectos_geograficos_2.html 15 de febrero de 2010.
- Moreno, M. L. E., Osorio, S. L. R., Trujillo, D. E. E. 2006. **Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de Guadua angustifolia**. Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. 20: 125-133
- Nath, J.N., Das, A.K. 2008. **Bamboo resources in the homegardens of Assam: A case study from Barak Valley**. J. Trop. Agric., 46: 58-61.
- Ndiaye, A., Diallo, M.S., Niang, D., Gassama-Dia, Y. K. 2006. **In vitro regeneration of adult trees of Bambusa vulgaris**. African Journal of Biotechnology. 5 (13), pp. 1245-1248
- Ramanayake, S. M. S. D. 2006. **Flowering in bamboo: an enigma**. Cey. J. Sci. (Bio. Sci.) 35 (2): 95-105
- Rzedowski, J. 1981. **Vegetación de México**. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Sas Institute, (2004) **SAS/STAT User's Guide**. Release 9 Edition. Cary, NC. USA.
- Smith, N., Marsh, J. 2005. **Pro-Poor, Bamboo Opportunities in the Mekong, A joint Initiative of Oxfam Hong Kong (OHK) and International Finance Corporation (IFC) Mekong Private Sector Development Facility (MPDF), Viet Nam**.
- Sood, A., Ahuja, P.S., Sharma, M., Sharma, O.P., Godbole, S. 2002. **In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo Dendrocalamus hamiltonii Nees et Arn**. Ex Munro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 71: 55-63
- Tirzo, I. 2008. **Producen poblanos "oro verde" en la sierra norte**. El Sol de Puebla. Consultado en: <http://www.oem.com.mx/elsoldepuebla/notas/n598226.htm> el 11 de junio de 2009.
- Vela, G.L. 1982. **Los bambúes**. Boletín Técnico No. 50. Instituto nacional de investigaciones forestales. Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos. México, D.F. 2ª. Edición. 38 p.
- Yasodha, R., Kamala, S., Anand Kumar, S.P., Durai Kumar, P., Kalaiarasi, K. 2008. **Effect of glucose on in vitro rooting of mature plants of Bambusa nutans**. Scientia Horticulturae. 116: 113-116
- Zérega, L., Adams, M. 1991. **Efecto de la cachaza y el azufre sobre un suelo salino-sódico del estado Carabobo bajo condiciones de invernadero**. FONAIAP -Estación Experimental Yaracuy. Yaritagua. Venezuela. 9 (02): 110-126.
- Noé Lárraga-Sánchez**
Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera. Fed. México-Puebla. Puebla, Puebla. C.P. 72760. México. Correo electrónico: noels@colpos.mx.
- Nicolás Gutiérrez-Rangel**
Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera. Fed. México-Puebla. Puebla, Puebla. C.P. 72760.
- Higinio López-Sánchez**
Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera. Fed. México-Puebla. Puebla, Puebla. C.P. 72760. México.
- Martha E. Pedraza-Santos**
Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esq. Berlín, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán. C.P. 60170. México.
- Jesús Vargas-Hernández**
Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco. Estado de México. C. P. 56230. México.
- Gustavo Santos-Pérez**
Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esq. Berlín, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán. C.P. 60170. México.
- Ulises. I. Santos-Pérez**
Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esq. Berlín, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán. C.P. 60170. México.