

Adaptabilidad del bambú en el municipio de Comala: un recurso forestal no maderable



Colaboración

Víctor Manuel Guevara Aguilar; José Ricardo Moreno Peña; Santiago Arceo Díaz; Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Colima, Rogelio Cesar de Lira Fuente, Consejo Colimense del Bambú

RESUMEN: El cultivo del bambú dado su rápido crecimiento ayuda a frenar la deforestación, así mismo favorece la restitución del suelo y cambio climático. Este trabajo tiene como objetivo medir la adaptabilidad de la especie de bambú *guadua angustifolia* a las condiciones climatológicas y tipos de suelo en un cultivo de 40 hectáreas, en la localidad “El Remudadero”, municipio de Comala, estado de Colima. El diámetro y la altura de los brotes medidos se compararon con la información existente en la literatura. Los registros se tomaron de plantas de cinco años de edad. El diámetro y la altura promedio de una muestra de 100 brotes de bambú fue del 79% y del 98% del valor esperado. Finalmente se observa que es viable el cultivo de esta especie en el Estado de Colima.

PALABRAS CLAVES: adaptabilidad, bambú, especies maderables, *guadua angustifolia*, recurso forestal.

ABSTRACT: The cultivation of bamboo, given its rapid growth, helps to stop deforestation, as well as favoring the restitution of soil and climate change. This work aims to measure the adaptability of the *guadua angustifolia* bamboo species to the weather conditions and soil types in a 40-hectare crop, in the town “El Remudadero”, municipality of Comala, state of Colima. The diameter and height of the measured shoots were compared with the information in the literature. Records were taken from five-year-old plants. The average diameter and height of a sample of 100 bamboo shoots was 79% and 98% of the expected value. Finally, it is observed that the cultivation of this species is viable in the State of Colima.

KEY WORDS: adaptability, bamboo, forest resource, *guadua angustifolia*, timber species.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un problema serio de deforestación en el país, provocando el aceleramiento de la desertificación. Por otro lado, la madera es un recurso indispensable para el ser humano, desde la antigüedad se ha utilizado como leña para calentar agua, preparar alimentos, calentar el hogar, fabricar muebles, construir casas, etc. Además su industrialización genera fuentes de trabajo, por ejemplo: en estructuras y cimbras para la construcción, para la producción de diferentes tipos de papel, fabricación de muebles, etc. La madera es un recurso forestal renovable pero lento, un pino necesita más de 20 años para que se pueda aprovechar todo su potencial.

Es importante señalar que hay más de 1,200 especies de bambú en el mundo. En México tenemos alrededor de 40 especies nativas de bambú. Comparado con las especies maderables, los bosques de bambú captan más agua y bióxido de carbono [1]. Las plantaciones de *Guadua* pueden funcionar como sumideros de CO₂. Los cambios en la capacidad de fijación dependen de la edad de la plantación, del crecimiento y de la madurez de los culmos, esto aunado a su rápido crecimiento y al hecho de que no necesita de un sistema de riego lo vuelve una alternativa viable para frenar la deforestación, ayudando a revertir el cambio climático; coadyuvando al desarrollo sustentable de las comunidades.

El municipio de Comala se encuentra en la parte norte del Estado de Colima, en las faldas del Volcán de Fuego, donde las condiciones climáticas son similares a las de regiones en donde el cultivo del bambú (*Guadua angustifolia*) es favorable. Debido a la creciente demanda de este recurso natural se conformó el Consejo Colimense del Bambú, integrado por investigadores, artesanos, arquitectos y productores que han arriesgado parte de sus recursos y reservas territoriales para probar la producción de la especie de bambú *Guadua angustifolia*, de origen centroamericano y considerada una de las más resistentes del continente Americano.

En la República Mexicana según [2] se encontraron especies de bambú en 23 de las 36 Entidades Federativas, sin embargo la mitad de ellas se concentra en sólo 4: Chiapas 17%, Veracruz 14%, Oaxaca y Guerrero con 13 y 6 % respectivamente”.

[3] plantea que dadas las características de la especie de bambú *Guadua angustifolia*, se puede adaptar a la región noreste del estado de Colima, ayudada por sus condiciones climáticas similares. La *Guadua* crece óptimamente en sitios cuya altura sobre el nivel del mar va desde los 0 a los 1800 metros, precipitaciones entre 1200 y 2500 milímetros anuales, temperaturas entre 18° y 25° centígrados y humedad relativa superior al 70%. (Condiciones similares a las que pueden encontrarse en el Estado de Colima). Se adapta a otras condiciones extremas y fuera de los rangos antes mencionados pero su desarrollo no es ideal. No aguanta condiciones de sequía prolongadas. Los suelos ideales para su desarrollo son aquellos ricos en materia orgánica, bien drenados, de textura franco arenosa, areno-limosa, arcillosa y franco-limosa. A pesar de preferir las orillas de los ríos y quebradas, se encuentra en óptimas condiciones en sitios con pendientes y alejados de fuentes de agua.

[4] comentan en investigaciones realizadas en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú - *Guadua* en el departamento del Quindío donde se presentan condiciones óptimas para el desarrollo de la *Guadua* (temperatura 25 °C; 1240 msnm.; precipitación 2242 mm/año; brillo solar 1757 horas/luz/año).

El presente trabajo de investigación estudia la adaptabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) en el municipio de Comala, estado de Colima. En la localidad del Remudadero, el ingeniero Rogelio Lira, productor y miembro fundador del Consejo Colimense del Bambú, sembró 40 hectáreas de bambú de la especie *Guadua angustifolia*, esta es una de las más utilizadas en el mundo por sus características de uso estructural y es originaria de sur América principalmente de Colombia, Ecuador y Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método tradicional de cultivo que [5] menciona, es el de propagación a partir de chusquines, los cuales se encuentran en la base de los plántones, y se originan a partir de las yemas adventicias en las raíces y rizomas. Estas pequeñas plantas emergen una vez que el plánton o el culmo es cosechado o por razones mecánicas del viento son derribadas. Este método de propagación es muy recomendado por el alto índice de supervivencia y desarrollo; cada brote que sale del rizoma puesto en vivero puede producir de dos a 12 plántulas nuevas en cuatro meses.

Otro autor [5] menciona que algunas formas de propagación empleadas con las *Guadua*s incluyen el uso de ramas laterales y secciones completas de culmos y/o rizomas.

El ingeniero de Lira mostró un cultivo entre 4 y 5 años de edad observando brotes con diámetros de más de 6 cm. El método de propagación asexual es decir sin semilla que utiliza el ingeniero, es a partir de chusquines como lo describe [6]. La reproducción con semilla o reproducción sexual del bambú no es viable porque los periodos de floración son de 30, 60, 90 o más de 100 años, hecho que hace inviable esta metodología.

La raíz o rizoma del bambú forma un sistema radicular, esto significa que de un rizoma, nace otro rizoma y así sucesivamente de adentro hacia afuera de manera radial, por cada rizoma hay un tallo, (Figura 1). Conforme pasa el tiempo los nuevos brotes son más gruesos que sus padres y el diámetro de cada uno de los tallos no cambia o sea se mantiene constante desde el nivel del terreno hasta la parte más alta.

A diferencia de los árboles maderables, el bambú no presenta tejido de cambium, es decir el tallo o tronco no crece con el tiempo. Esta es una ventaja del bambú porque desde un inicio sabremos el diámetro que tiene el tallo o culmo al brotar de la tierra.

Los *Guadua*les, deben de estar separados entre sí más de 5 m, además deben de existir camellones para que los mozos puedan acceder con facilidad a cualquiera de ellos para manejar el cultivo que consiste básicamente en realizar un corte exactamente en el primer nodo de cada tallo llegado o maduro, este corte no se

deberá realizar en el entre nodo porque al hacerlo, el tocón (parte del tallo que queda unida a la raíz) puede almacenar agua y la humedad puede provocar que se pudra la planta, en el caso de la guadua nos damos cuenta que el tallo está maduro porque cambia de color, cuando esta tierno el tallo es verde y después de un tiempo, aparecen manchas amarillas, las cuales se expanden por el tallo hasta cubrirlo completamente. Además al cortar los tallos más pequeños, esto permitirá que sus hijos broten y se desarrollen sin problemas de interferencia aérea. Para realizar la poda del bambú, nunca se deberá cortar más del 33% de los tallos, es decir, si tenemos 10 tallos llegados, solo se cortaran 3 y se esperaran tres meses para realizar otro corte. Si se cortan todos los tallos se puede provocar un desequilibrio en la planta para realizar el proceso de fotosíntesis.

máticas logra entre 10 y 13 cm de altura en 30 días y diámetros que se incrementan a un promedio de 0.10 mm mensuales; al finalizar el primer año tiene un promedio de 12-14 rebrotes con vida productiva de 3-4 meses al cabo de los cuales se secan de arriba hacia abajo para dar paso a nuevos rebrotes con que adquieren mayor altura y salen con diámetro mayores. En condiciones normales en las primeras fases de desarrollo, siempre los nuevos hijos (renuevos) poseen mayor tamaño de rizoma, diámetro y altura, con relación a la planta que los generó. A partir del tercer año de sembrada la planta original, se logra tener entre 18-20 rebrotes, alturas que oscilan entre los 5 y 7 m y diámetros de 4-6 cm; época en la cual se deben realizar los primeros tratamientos silviculturales para evitar exceso de tallos. Entre los 3 y 6 años la planta de guadua entra en una etapa de desarrollo vertiginoso, adquiere alturas entre 12 a 15 m, incremento de los diámetros entre 9 y 11 cm y disminución en el número de renuevos siendo estos de 12-14; A partir de esta etapa la planta estabiliza su desarrollo evolutivo, estandarizando patrones como altura promedio de 15 a 18 m, diámetros entre 10-12 cm y promedio/Ha de 4000 a 4500 individuos diferenciados de manera clara de acuerdo a la edad de desarrollo así: Renuevos, guaduas viches (jóvenes), guaduas hecha (madura) y guaduas secas (las que culminan su ciclo). En esta etapa el gradual se considera desarrollado en cuanto a producción de individuos debidamente formados en diámetro y altura”.



Figura 1. Brote de bambú de la especie *Guadua angustifolia*.

Se pudo observar que el proceso de adaptación de las especies al clima de Colima, ha sido mejor de lo que se esperaba al decir de los productores, por lo que se requiere probar las ventajas de este recurso natural para incrementar su uso de forma adecuada y lograr con esto su desarrollo sustentable en el estado y a nivel regional, incidiendo en la rama de la construcción.

La adaptabilidad de los brotes de bambú se evaluó en términos de la comparación del diámetro y altura, de una población de 14,000 plantas de 5 años de edad. De acuerdo a [7], el tamaño mínimo necesario para que los resultados del estudio tengan un nivel de confianza del 95%, con un margen de error del 5%, es de aproximadamente 100 plantas, las que se analizaron y se eligieron aleatoriamente, los diámetros y alturas medidos fueron comparados con la información proporcionada por [8], en donde se dice que “La planta con el transcurrir del tiempo origina cada vez nuevos rebrotes que van evolucionando en diámetro y altura a tal punto que dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones cli-

Salas fue el autor que mejor describió el crecimiento del bambú de la especie en cuestión, con esta información se construyó la tabla 1.

TABLA 1. Rango de alturas y de diámetros de acuerdo a [8].

Año	Alturas			Diámetros		
	< (m)	Prom. (m)	> (m)	< (cm)	Prom. (cm)	> (cm)
1	1.2	1.4	1.6	3	3.5	4
3	5	6	7	4	5	6
6	12	13.5	15	9	10.5	12
8	15	16.5	18	10	14	18

Posteriormente estos datos se utilizaron para obtener las gráficas de comportamiento promedio de las alturas en metros (m) y diámetros en centímetros (cm). De los tallos, mostrados en las Figuras 2 y 3.

En la figura 2. Se observan la tendencia del comportamiento de las alturas alcanzadas por los tallos del bambú a diferente edad, a partir de la información proporcionada por Salas.

De manera similar en la figura 3. Observamos la tendencia del crecimiento de los diámetros alcanzados de acuerdo a su edad.

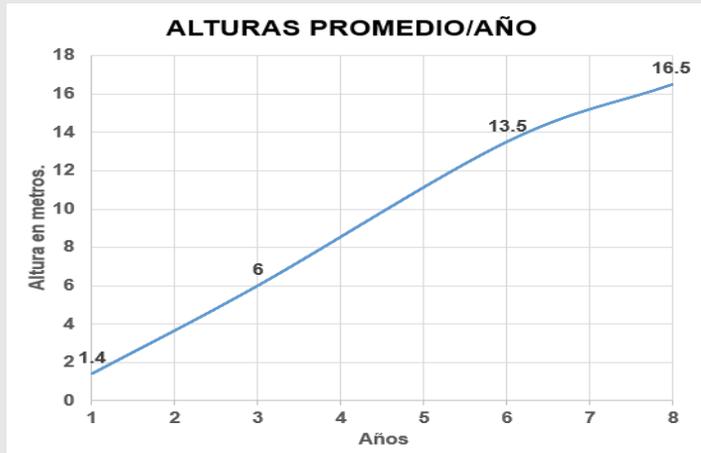


Figura 2. "Comportamiento de crecimiento de los tallos en relación a su edad."

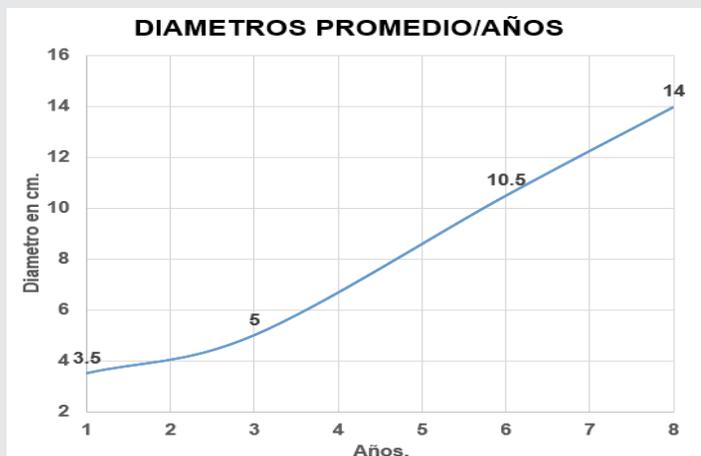


Figura 3. "Comportamiento de crecimiento de los diámetros respecto a su edad"

De acuerdo a la información proporcionada por [8] se obtuvieron dos ecuaciones para cada una de las tendencias presentadas anteriormente, las primeras dos ecuaciones determinan la altura y las otras dos, el diámetro tomando en cuenta la edad de los tallos.

Las ecuaciones de alturas son:

$$I. y = -0.034x^3 + 0.383x^2 + 1.214x - 0.163$$

Obteniendo un coeficiente de correlación $R^2=1$.

$$II. y = 2.2103x - 0.5966$$

Para la que se obtuvo un coeficiente de correlación $R^2 = 0.9924$

Las ecuaciones obtenidas para los diámetros son:

$$III. y = -0.0333x^3 + 0.55x^2 - 1.0167x + 4$$

Obteniendo un coeficiente de correlación $R^2 = 1$

$$IV. y = 1.5517x + 1.2672$$

Para la que se obtuvo un coeficiente de correlación $R^2 = 0.98$

El coeficiente de correlación R^2 , se define como la proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, menor será el ajuste del modelo a la variable. A pesar de que los ajustes lineales dados por las ecuaciones II y IV presentan un coeficiente de correlación muy cercano a 1, se optó por utilizar las ecuaciones polinómicas I y III porque reproducen mejor el crecimiento de altura y diámetros esperados para brotes de 5 años de edad (ver las figuras 4 y 5).

RESULTADOS

Aplicando la ecuación I, polinómica de orden 3 con $R^2=1$, ver figura 4, donde "Y" representa la altura de los brotes, medida en metros, y "X" representa el tiempo, medido en años, se proyecta que para una edad de 5 años la altura será de 11.19 m. Si aplicamos la ecuación II, ecuación lineal con $R^2=0.99$, la altura será de 10.45 m. En cuanto a la altura de los culmos, registrados en campo, el rango de la muestra es de 9.87 m. a 10.92 m.

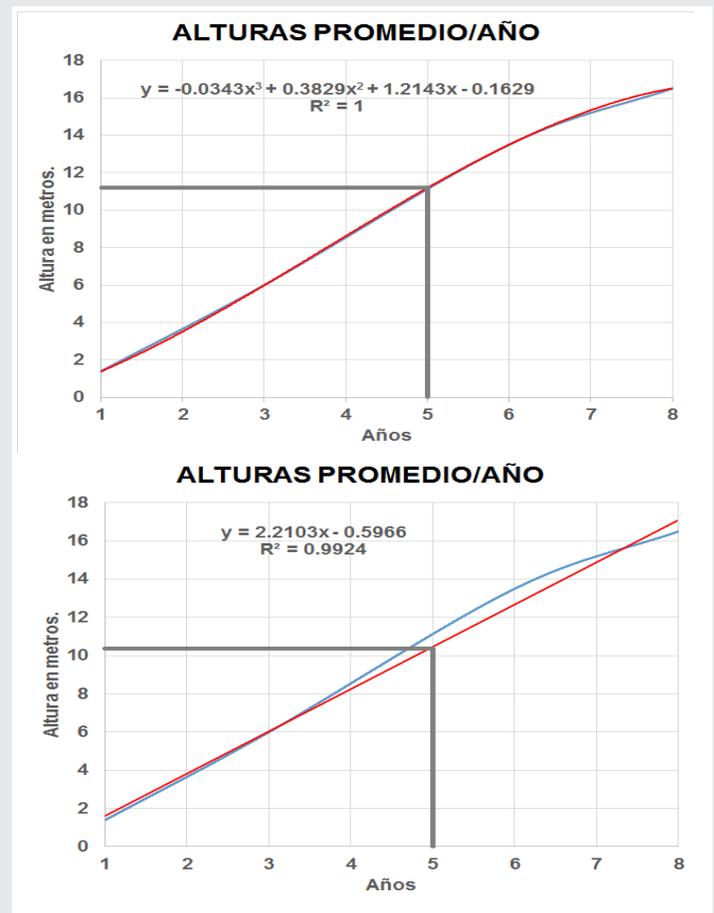


Figura 4. Comparación entre línea de tendencia polinómica y lineal para determinar la altura de los brotes.

Asimismo, el diámetro esperado tras un periodo de 5 años, de acuerdo a la ecuación III, polinómica de orden 3 con $R^2 = 1$, donde "Y" representa el diámetro de los brotes, medido en centímetros, y "X" representa el tiempo, medido en años será de 8.50 cm. Ver figura 5.

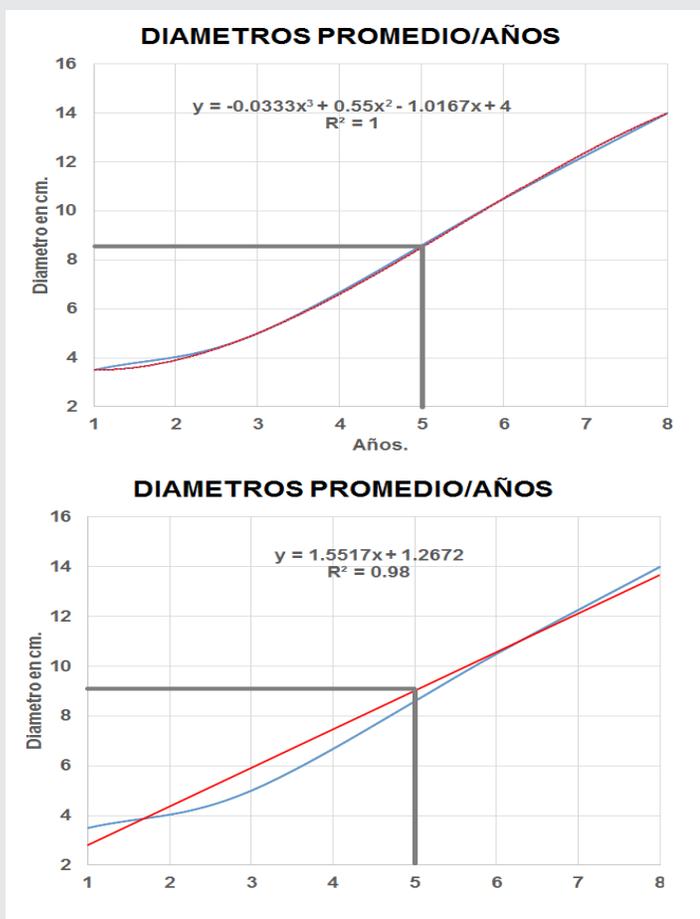


Figura 5. Comparación entre línea de tendencia polinómica y lineal para determinar el diámetro de los brotes.

Si aplicamos la ecuación IV, con $R^2 = 0.98$, el diámetro será de: 9.02 cm.

El rango de los diámetros registrado en el Remudadero son respectivamente 6.50 y 6.98 cm.

CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra la viabilidad del cultivo del bambú: de acuerdo a las mediciones realizadas, tanto para el diámetro externo como para la altura, los brotes plantados en el sitio de estudio alcanzaron, respectivamente, 6.74 cm y 10.92 m, equivalentes al 79% y el 98% de los valores reportados por Salas para una edad de 5 años. Debe aclararse que este estudio se encuentra en una fase temprana y se requiere más registros para los años futuros e iniciar con pruebas de resistencia, cuando los culmos presenten más de 9 cm (el diámetro recomendado para utilizar elementos estructurales hechos de bambú).

Debe mencionarse, que los factores climáticos, como la precipitación, temperatura, asoleamiento y humedad, así como la altura respecto al nivel del mar y el tipo de suelo del predio el Remudadero están dentro de los rangos recomendados por [3] y (4). Sin embar-

go, se requieren más estudios que permitan determinar cuál es el factor, de los antes mencionados, que crea el déficit observado en el diámetro de los brotes, que es el que más difiere respecto a los valores óptimos. Así mismo, sería necesario realizar mediciones a futuro para concluir si las plantas en el sitio de estudio pudieron lograr el diámetro y altura óptimos en su estado de madurez: una altura máxima de 30 m y un diámetro máximo de 25 cm para la especie *Guadua angustifolia*. Los autores de este trabajo estiman que el déficit obtenido es debido a que en la región cercana a la plantación, las lluvias se presentan durante el verano, del 21 de junio al 21 de septiembre, disminuyendo significativamente el resto del año, lo cual afecta el desarrollo óptimo de la planta, por ejemplo que esta alcance alturas y diámetros reportados por Salas, aun considerando la capacidad del bambú para almacenar agua.

El presente trabajo contribuye a servir como un estudio base para determinar la viabilidad del bambú en Comala. Este recurso forestal podría coadyuvar al desarrollo social y económico de productores y empresarios que apuestan por alternativas ambientalmente sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Camargo, J. C., Rodríguez, J. A., & Arango, A. M. (2010). Crecimiento y fijación de carbono en una plantación de *Guadua* en la zona cafetera de Colombia. <http://bco.catie.ac.cr/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/99/180>

[2] Rodríguez, R., Galicia, L., Sánchez, W., Gómez, L., Zarco, A., & Ceccon, E. (2009). Usos actuales, distribución potencial y etnolingüística de los bambúes leñosos (*Bambuseae*) en México. *Ethnobotany/CEB2009 Tradiciones & transformaciones en Etnobotánica*: <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/el/marinacapitulodelibroRodriguez.pdf>

[3] Botero Cortés, L. F. (2009). Reproducción de la *Guadua angustifolia* por el método de chusquines. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/bambou/Propagation-of-Guadua-Angustifolia-using-the-Chusquines-method.pdf

[4] Forero, L. A., Cabrera, L., & Delgado, C. (2005). Evaluación de adaptabilidad de la *Guadua angustifolia* Kunt.) En las veredas caldera bajo y san antonio municipio de pasto - nariño. *Revista de ciencias agrícolas*. 22(1): <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6191421.pdf>

[5] Márquez de Hernández, L., & Marín Ch, D. (2011). Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* Kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure, en tres tipos de sustratos. *Obtenido de Bioagro*, 23, (3) pp. 191-198: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85721149006.pdf>

[6] Gallardo, C., Marisol Freire, C., García, Y., Pérez, S., González, M., & León, J. (2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos Tropicales* 29 (1): http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000100003&lang=es

[7] Instituto Tecnológico de Chihuahua. (11/10/2018). Cálculo del Tamaño de la Muestra para Estimar una Media: <http://www.itchihuahua.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap01d.html>

[8] Salas Delgado, E. (2006). 4. La *Guadua angustifolia* "El Bambú Colombiano". Obtenido de *Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia* : Simón Velez : símbolo y búsqueda de lo primitivo: pp 35: <http://hdl.handle.net/10803/6130>