

1.2. Plantaciones comerciales y manejo:

CARACTERIZACIÓN DASOMETRICA DE TRES PLANTACIONES DE BAMBÚ *Guadua angustifolia* EN COLIMA, MÉXICO

Orozco Gutiérrez Gabriela. Investigadora Forestal. Km. 35, Carretera Colima-Manzanillo. CP. 28100. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; Tecomán, Colima, México). orozco.gabriela@inifap.gob.mx; (autor de correspondencia)

Gutiérrez Guajardo Elsa Alejandra. Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. alejandra.gtzg@gmail.com

De Lira Fuentes Rogelio. Consejo Colimense del Bambú BAMBUCOL. Colima, Colima, México. rocedeli@gmail.com

Resumen

En México existe la necesidad de contar con plantaciones de calidad, que aseguren un mayor éxito en los programas de restauración y de plantaciones comerciales que generen alternativas de ingresos a los propietarios y poseedores de predios forestales. El objetivo fue caracterizar tres plantaciones de *Guadua angustifolia* ubicadas en el municipio de Comala en el estado de Colima. Cada plantación tiene una superficie de 13 has cada una. Se seleccionaron en total 50 cepas de *G. angustifolia* por plantación. La caracterización dasométrica del bambusal de 40 meses de las tres plantaciones muestran DAPs promedios de 3.1 a 3.8 cm, alturas de 6 a 7 m en brotes nuevos; así como una excelente supervivencia promedio del 95% %. El crecimiento de esta especie fue comparado con un modelo de crecimiento previamente propuesto y se encontró que el crecimiento obtenido en las plantaciones establecidas en El Remudadero mantienen un crecimiento que se adapta al modelo, mientras que la plantación establecida en La Cañada, se encuentra por debajo del mismo. Sin embargo, aunque la plantación está ligeramente retrasada en tiempo llegará a los diámetros esperados. Las tres plantaciones presentan buenas características dasométricas que garantizan la producción de culmos por varios años, además serán un recurso forestal interminable.

Palabras clave:, bambú, crecimiento, caracterización dasométrica

INTRODUCCIÓN

Para México, el uso del bambú tiene antecedentes prehispánicos, principalmente como material de construcción de viviendas para los totonacas en Veracruz, los huastecos en Hidalgo y Tamaulipas, los aztecas y teotihuacanos en el centro de México, los maya-chontales en Tabasco y los mayas en la península de Yucatán. Gracias a que México es un país subtropical con gran diversidad de relieve permite que existan especies que generalmente se localizan sólo a altas latitudes por su humedad constante. En México, las regiones con estas características representan alrededor del 36% del territorio nacional (Dávila-Moreno & Brugger 2012). La especie *Guadua angustifolia* es un bambú de excelentes cualidades estructurales. Es reconocida mundialmente como una de las 20 mejores especies de bambúes del mundo, debido a que posee cualidades que hacen que sea un material ideal en la industria de la construcción (Londoño 2011). La capacidad de adaptación que tiene *G.*

angustifolia debido a la calidad de su fibra y tamaño, ofrece una serie de ventajas comparativas frente a la madera que la hacen más competitiva e interesante. Como la sostenibilidad en el tiempo, su auto-propagación, altos rangos de crecimiento (11-21 cm/ día), alta productividad, generación de intensa mano de obra tanto en su proceso de cultivo y manejo como en su transformación (Londoño 2011). Dada la importancia de esta especie en el 2012 se establecieron 70 hectáreas de esta especie en el estado de Colima. Sin embargo, en todo el país no se han realizado estudios dasométricos para evaluar el crecimiento de las plantaciones. La dasometría es la parte de la dasonomía que se ocupa de la aplicación de métodos estadísticos para la búsqueda de soluciones a problemas asociados con la existencia, crecimiento y el manejo de bosques. Por lo tanto, en el presente estudio se pretende evaluar los variables dasométricas en tres plantaciones comerciales de *Guadua angustifolia* del estado de Colima, México.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de las plantaciones

El estudio se realizó en tres plantaciones de *Guadua angustifolia* ubicadas en el municipio de Comala, Colima. Cada una de las plantaciones fue georreferenciada *in situ*, en donde también se registró la altitud, espaciamiento y pendiente. Se determinaron las coordenadas con ayuda de un GPS (Geo Posicionador Satelital), la altitud con un altímetro, espaciamiento con una cinta métrica y la pendiente con un clinómetro.

Muestreo y selección de individuos

Para cumplir con los objetivos se establecieron en el mes de febrero de 2017 un muestro sistemático llamado punto cuadrante, el cual consiste en considerar dentro del sitio una cepa central (grupo de culmos) y realizar las mediciones de la cepa al norte, al sur, al este y al oeste. Se evaluaron aproximadamente 50 puntos por plantación, de los cuales se tomaron mediciones de cada uno de los culmos de cada cepa, tal como se ejemplifica en la Figura 1.

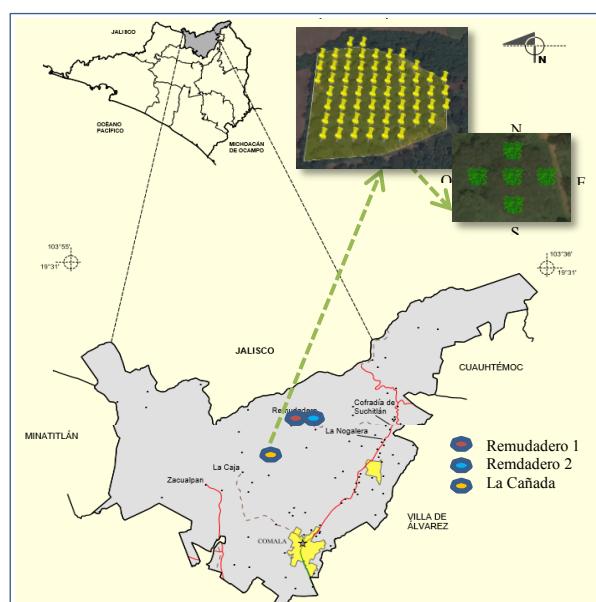


Figura 1. Ejemplo de representación gráfica de la ubicación de las plantaciones y de uno de los sitios de muestreo mediante el método punto cuadrante.

Evaluación dasométrica de las plantaciones de *G. angustifolia*

Para la evaluación dasométrica de la plantación comercial se procedió a las mediciones de las variables cuantitativas: diámetro de altura de pecho (DAP), altura total y cantidad de culmos. Así como las variables cualitativas: daños mecánicos y estado fitosanitario. A cada variable se le asignó una clave previa, con el fin de identificarla con mayor facilidad durante la toma de datos. La medición del DAP se realizó con un vernier digital a décimas de centímetro para cada categoría diamétrica. La medición se realizó a 1.30 m como se muestra en la Figura 2 (Forte 2005). Para la medición de altura total se empleó un estadal metálico de 7 m, que se colocó paralelamente en cada culmo por categoría diamétrica (Figura 2).



Figura 2. Medición dasométrica en campo. A) Diámetro de altura de pecho B) Altura total

Determinación de incremento medio mensual de altura y diámetro

El incremento medio mensual (IMM), es el promedio del crecimiento de las distintas variables, como el diámetro y altura, a un tiempo determinado. El IMM se puede calcular dividiendo el crecimiento alcanzado hasta el tiempo de medición, entre los meses a partir del año de establecimiento (Prodan et al. 1997; Bettinger et al. 2009).

Medición de cantidad de culmos

Para determinar la cantidad de culmos por categoría diamétrica fueron contados de manera visual en cada cepa en cada plantación.

Supervivencia

Se contabilizó el número de cepas vivas y muertas en cada punto cuadrante. Posteriormente se divide entre el total de las cepas que entraron en cada punto cuadrante (Romahn et al. 1994).

Analisis

A los datos se les aplicó a una prueba de Tukey de comparación múltiple de medias mediante R Studio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ubicación de las plantaciones y condiciones edafoclimáticas

Las plantaciones son de 40 meses de edad y la densidad de plantación es de 400 plantas/ha a un espaciamiento de 5×5 m. La localización de las plantaciones se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Localización donde se encuentran establecidas las plantaciones de *G. angustifolia* en el municipio de Comala, Colima.

Localidad/ Parcela	Superficie (ha)	Altitud (msnm)	Coordenadas	Espaciamiento (m)	Pendiente (%)
Remudadero/ “El Tecolote”	10	1200	19°17' 50"N 103° 44'47"O	5 x 5	20 a 30
Remudadero/ “El Tecolote”	10	1200	19° 24'28"N 103° 43'21"O	5 x 5	20 a 30
Comala “La Cañada”	10	516	19° 18'21"N 103° 47'33"O	5 x 5	5 a 10

Evaluación dasométrica de las plantaciones

Los resultados de la evaluación de la plantación de *G. angustifolia* a la edad de 40 meses de establecidas en lo el municipio de Comala del estado de Colima, arrojó los siguientes resultados de las variables cuantitativas y cualitativas que se describen a continuación en el Cuadro 2. Las mismas sirvieron de indicadores para dicha caracterización en las localidades objeto de estudio.

Cuadro 2. Datos promedio de las variables cuantitativas de las plantaciones

Plantaciones	Edad (meses)	DAPm (cm)	DAPi (cm)	DAPn (cm)	Am (m)	Ai (m)	An (m)
La Cañada	40	1.8	2.3	3.1	3	5	6
El Remudadero 1	40	2.1	2.7	3.7	4	6	7
El Remudadero 2	40	2.1	2.7	3.8	4	6	7

Donde: DAP= Diámetro de altura de pecho a 1.30 m, (m=maduro, i=inmaduro, n=nuevo) A=altura de culmo (m=maduro, i=inmaduro, n=nuevo).

Diámetro de altura de pecho (DAP) y altura total

Los resultados muestran que el diámetro promedio en la localidad de La Cañada fue de 2.4 cm, mientras que en las localidades del Remudadero 1 y El Remudadero 2 fueron de 2.8 y 2.9 cm de diámetro respectivamente. El promedio de DAP en la localidad de la Cañada fue el más bajo en comparación de las otras localidades (Figura 3). Sánchez-Diéz (2015) reportó que en una plantación de *Guadua angustifolia* en Panamá (Cuadro 3) obtuvo diámetros de 5 cm a los 3.5 años de edad los cuales resultan más grandes comparados con los resultados obtenidos en este estudio donde se obtuvo un diámetro promedio máximo de 2.9 cm. Entre cada una de las clases diamétricas se marcan notables diferencias debido al crecimiento

generacional donde el hijo (culmo nuevo) siempre tendrá mayor diámetro que la madre (culmo maduro) en las fases exponenciales de crecimiento en los primeros años de vida del plantón.

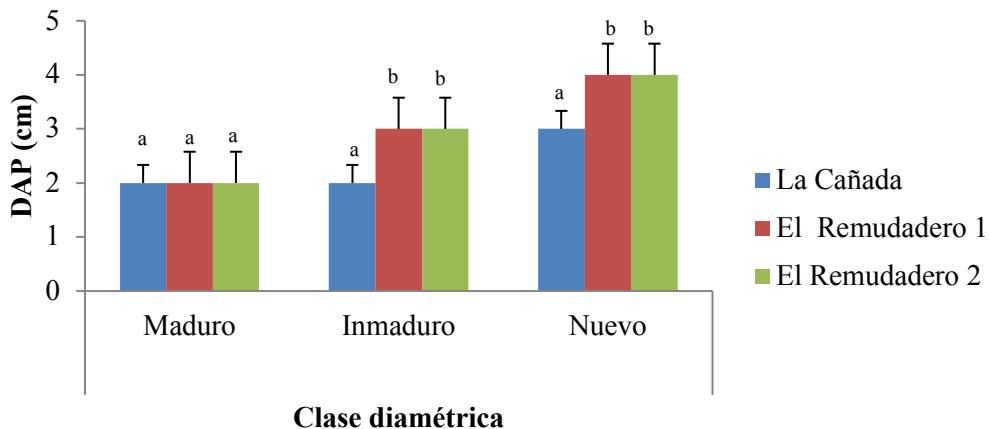


Figura 3. DAP promedio por clase diamétrica y plantación. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Las plantaciones de *G. angustifolia* de cuarenta meses de establecidas alcanzaron una altura promedio de 4.6 m para la plantación de La Cañada mientras que en las plantaciones de El Remudadero 1 y El Remudadero 2, mostraron una altura promedio igual de 5.6 m. La Cañada es la que sigue mostrando menor altura con respecto a las otras dos plantaciones. Esto puede ser debido a la adaptabilidad y diferencia de condiciones edafoclimáticas de la plantación en comparación de las otras dos, que han tenido un crecimiento en altura similar. Lo cual indica que los factores de sitio influyen directamente sobre la altura. Las medias de las alturas de los individuos, para cada cepa evaluada oscilan entre 4.0 cm para maduro, 5.5 cm inmaduro y 6.6 cm nuevo (Figura 4).

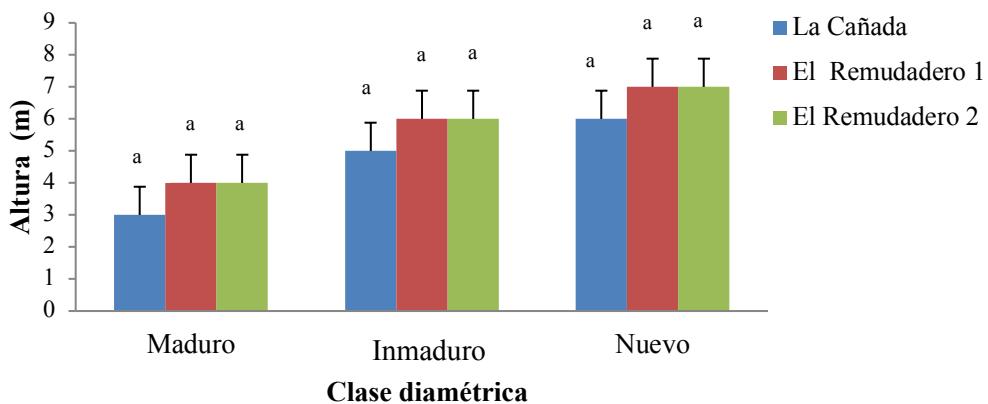


Figura 4. Altura promedio de culmos por clase diamétrica y plantaciones. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Comparación del incremento medio mensual en altura y diámetro

Con el propósito de mostrar el potencial de crecimiento de la especie se comparan los incrementos medios mensuales en altura (IMMA), y diámetro (IMMD), de las plantaciones establecidas en el municipio de Comala, comparando con los incrementos obtenidos a nivel internacional.

A nivel nacional existen consejos de productores, artesanos y empresarios involucrados en la plantación de esta especie: como el Consejo estatal del bambú en Puebla, Bambuver en Veracruz, Guaduajal en Jalisco y algunas empresas como Agromod en Chiapas entre otras. Sin embargo en

ninguno estado de la república Mexicana se han realizado estudios dasométricos por lo que solo se tomaron en cuenta los datos dasométricos internacionales para realizar las comparaciones.

En relación a los IMMA obtenidos para *G. angustifolia* en las plantaciones establecidas en el extranjero a diferentes edades, los mejores incrementos corresponden a Colombia con 0.24 m/mes, Ecuador con 0.21 m/mes y Panamá con 0.16 m/mes. Las plantaciones de *G. angustifolia* muestran una altura a los 40 meses de establecidas de un promedio de 5.4 m y un IMMA de 0.22 m/mes. El mejor IMMD es para Ecuador con un rango de 0.3 a 2 m/mes, seguido por Panamá con 0.16m/mes y con Colombia el dato no fue reportado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incremento medio mensual en altura (IMMA) e incremento medio mensual en diámetro (IMMD) de *Guadua angustifolia* a nivel internacional

	Edad de plantación (años)	la culmos nuevos (meses)	Altura (m)	DAP (cm)	IMMA (m/mes)	IMMD (cm/mes)	Fuente
Colombia	--	44	9.0	---	0.24	----	(Cruz-Ríos, 2009).
Panamá	3.5	36	6.0	5	0.16	0.13	(Sánchez- Diéz, 2015).
Ecuador	6.5	6	23	11	0.21	1.8	(Mercado-Cevallos et al, 2015).

En base a lo citado por Cruz-Ríos, 2009, se deduce que las plantaciones localizadas en El Remudadero 1 y El Remudadero 2 fueron las que lograron los más altos incrementos en diámetro de altura de pecho (DAP) y altura, así como un mayor porcentaje de supervivencia, superando a la plantación localizada en La Cañada. Los IMMA para esta especie en la localidad del El Remudadero 1; correspondió a 0.23 m/meses, mientras que de igual manera en el Remudadero 2 tuvo un crecimiento en altura de 0.23 m/meses y finalmente en La Cañada, el crecimiento en altura corresponde a 0.20 m/meses, y con valores de IMMD de 1.18 cm/meses, 1.2 cm/meses y 1.0 cm/meses respectivamente. A pesar de que las edades son las mismas no todas las plantaciones resultaron iguales pero difieren de una variación menor entre ellas. En cuanto al (IMMD) el de mayor incremento fue el Remudadero 1 seguido por el Remudadero 2 y por último La Cañada, de igual manera con variaciones menores entre ellas.

Cantidad de culmos por plantación

La mayor concentración de individuos se encontró en la categoría de inmaduros, presentando una media total de 9.1 individuos, seguida por los culmos nuevos y por último los maduros. En la Figura 5 se muestra la cantidad de individuos por cada categoría diamétrica en las tres plantaciones evaluadas.

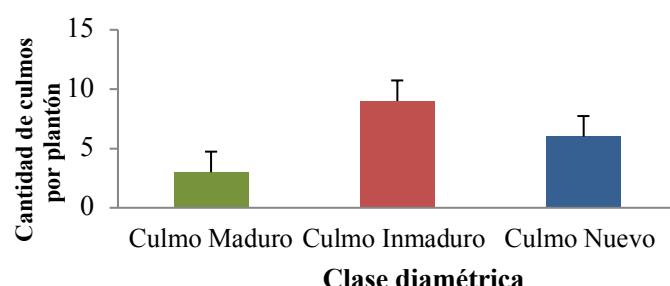


Figura 5. Promedio de culmos por plantón de las 3 plantaciones de *G. angustifolia*. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Supervivencia de las plantaciones de *G. angustifolia*

La mayor supervivencia de cepas de *G. angustifolia* de las tres plantaciones evaluadas fueron las establecidas en el Remudadero 1 y el Remudadero 2 con un índice del 95 %, seguida por la Cañada con un promedio de 94%. Los resultados logrados en el presente estudio son muy superiores comparados con los datos obtenidos por Cruz-Ríos (1981), donde reporta que en Colombia esta especie obtuvo un promedio de 64% de supervivencia a los 44 meses de edad. Una de las causas principales de diferencias de porcentajes podría deberse a las condiciones ambientales y topográficas presentes en cada uno de los lugares sujetos del estudio (Figura 6).

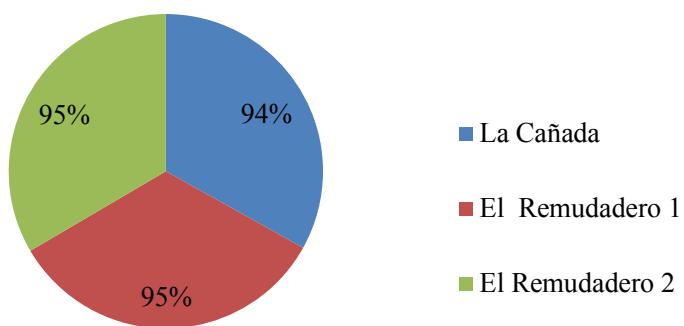


Figura 6. Supervivencia en donde se encuentran las tres plantaciones de *Guadua angustifolia* en el estado de Colima.

Verificación del crecimiento en base al modelo de crecimiento

En base al modelo de crecimiento creado por Cruz-Ríos en 2009, se observa que las tres plantaciones cumplen con un crecimiento normal según dicho modelo (Figuras 7 y 8).

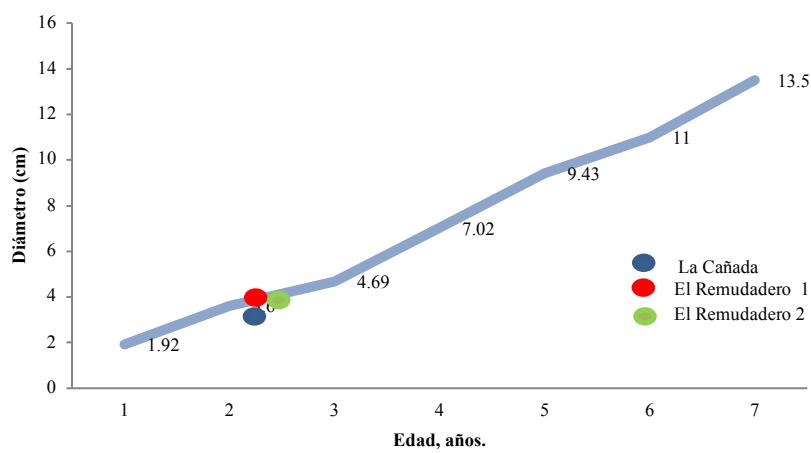


Figura 7. Ubicación del crecimiento en diámetro de las tres plantaciones de *G. angustifolia* sobre el modelo de crecimiento generado por Cruz- Ríos (2009).

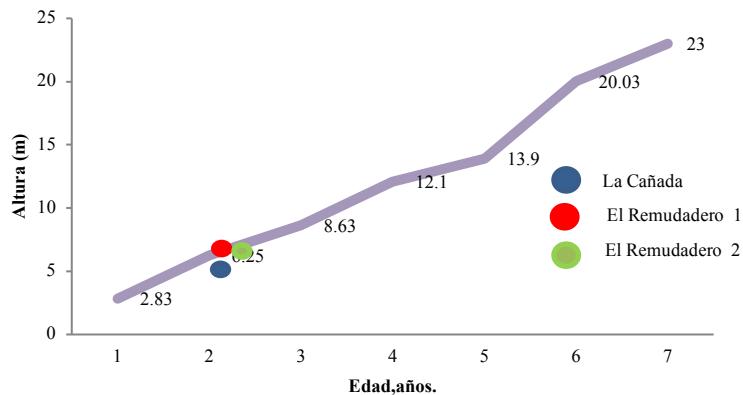


Figura 8. Ubicación del crecimiento en altura de las tres plantaciones de *G. angustifolia* sobre el modelo de crecimiento generado por Cruz- Ríos (2009).

En estas figuras observamos que el comportamiento en edad y parámetros de altura y diámetro, son los adecuados considerándose que las tres plantaciones son de temporal. Por lo tanto, se pueden igualar entonces los resultados a los del comportamiento de un bosque nativo.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió comprender el desarrollo del crecimiento de tres plantaciones de temporal de *G. angustifolia* Kunth en el municipio de Comala, Colima. Las aportaciones de este trabajo en cuanto a la caracterización dasométrica servirán para proyectar la producción esperada y el buen manejo a aplicar en las plantaciones de *G. angustifolia* en el estado de Colima. Las plantaciones evaluadas en la población de El Remudadero mostraron un crecimiento idéntico al crecimiento normal en bosque natural de *G. angustifolia* según modelos de crecimiento previamente establecidos. Sin embargo, la plantación de La Cañada a pesar de recibir riegos de auxilio, quedó por debajo del crecimiento normal de un bosque natural. Los modelos de crecimiento utilizados en bosques naturales de *G. angustifolia*, confirman que las plantaciones de temporal ubicadas en El Remudadero son las de mejor crecimiento. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son muy importantes ya que pueden ser de gran ayuda en la toma de decisiones, pudiendo evaluar en un futuro modelos alométricos como biomasa y carbono retenido.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con el apoyo de tres productores de Bambú del estado de Colima y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP a los cuales extiendo mis agradecimientos por todas las facilidades y apoyo mostrado.

REFERENCIAS

- Bettinger P.; Boston K.; Siry J.P.; Grebner D.L. 2009. Forest management and planning. 1a. ed. Academic Press, California. 360 p.
- Cruz-Ríos, H. 2009. Bambú Guadua, *Guadua angustifolia*: Bosques naturales en Colombia y plantaciones comerciales en México. (1st edition ed.). Colombia : COLMEX.
- Dávila-Moreno M. E and Brugger S.I. 2012. El aprovechamiento del bambú para impulsar el desarrollo económico sustentable en México.

Forte C. R. 2005. Evaluación dasométrica de cuatro especies tropicales en una plantación experimental en Tecomán, Colima, México. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, división de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal. 68 p.

Londoño, X. 2011. El bambú en Colombia. Biotecnología Vegetal, 11(3), 143–154.

Mercado-Cevallos, M.; Molina, R. 2015. Estudio de la factibilidad de producción de la caña Guadua en un recinto del Río Chico, Cantón Paján de la provincia de Manabí y propuesta de plan de exportación para mercado Chileno. Ingeniería comercial. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

Prodan, M. R.; Peters, F. C.; Real, P. 1997. Mensura Forestal. 1a ed. Costa Rica. Instituto Interamericano para la Agricultura - Gesellschaft für Zusammenarbeit (IICA-GTZ). 511 p.

Romahn de la V. C.; Ayala S. J. 1994. Dendrometría; Prácticas y laboratorios. Serie de apoyo académico Núm. 36. 2a. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. 48 p.

Sánchez-Diéz. El cultivo de bambú *Guadua angustifolia* Kunth como negocio ambiental en Panamá

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de representación gráfica de uno de los sitios de muestreo mediante el método punto cuadrante.

Figura 2. Medición dasométrica en campo. A) Diámetro de altura de pecho de culmo B) Altura total

Figura 3. DAP promedio por clase diamétrica y plantación. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 4. Altura promedio de culmos por clase diamétrica y plantaciones. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 5. Promedio de culmos por plantón de las 3 plantaciones de *G. angustifolia*. Medias con la misma letra en cada variable entre grupos, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 6. Supervivencia en las tres localidades donde se encuentran las plantaciones de *Guadua angustifolia* en el estado de Colima.

Figura 7. Ubicación del crecimiento en diámetro de las tres plantaciones de *G. angustifolia* sobre el modelo de crecimiento generado por Cruz-Ríos (2009).

Figura 8. Ubicación del crecimiento en altura de las tres plantaciones de *G. angustifolia* sobre el modelo de crecimiento generado por Cruz-Ríos (2009).

LISTA DE ABREVIATURAS

DAP diámetro de altura de pecho

IMMA índice medio mensual en altura

IMMD índice medio mensual en diámetro