

## Variables asociadas con la productividad de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* Schard. ex Wendl. y su potencial de secuestro de dióxido de carbono

M. Leiva-Mora\*, Yordanys Bravo Lázaro, Ortelio Hurtado, Miladys León, Marisol Freire-Seijo, Y Alvarado-Capó, Rodolfo Sánchez Morales, Yudith García-Ramírez, M. Acosta-Suárez, M. Cruz-Martín, C. Sánchez-García, B. Roque, Fernando Martirena \*Autor para correspondencia

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830 e-mail: michel@ibp.co.cu

### RESUMEN

Los bambúes resultan cultivos de interés por su potencial para la realización de servicios ambientales a través del secuestro de carbono y por la producción de madera en un corto período de tiempo. En el presente trabajo, se evaluaron ocho variables asociadas con la productividad de esta especie y se realizó una estimación del dióxido de carbono secuestrado en plantaciones establecidas en campo. El número total de culmos por plantón fue de 16.53, la longitud promedio de los culmos fue de 12.35 m. El diámetro externo del culmo en la porción basal, media y distal fue de 7.10 cm, 6.48 cm y 3.05 cm; mientras que el diámetro interno fue de 4.16 cm, 5.12 cm y 1.95 cm, respectivamente. La masa fresca en la porción basal, media y distal fue de 1.15 kg, 0.59 kg y 0.18 kg, mientras que la masa seca fue de 0.63 kg, 0.33 kg y 0.11 kg. El volumen neto del culmo de la sección basal, media y distal fue de 0.12 m<sup>3</sup>, 0.056 m<sup>3</sup>, 0.045 m<sup>3</sup> mientras que el volumen aparente del culmo fue de 0.29 m<sup>3</sup>, 0.27 m<sup>3</sup>, 0.13 m<sup>3</sup>. El porcentaje promedio de carbono secuestrado por culmo fue de 3.25 kg/culmo y 53.68 kg/plantón. Estas variables pueden utilizarse para realizar mediciones más precisas del crecimiento y productividad de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* en condiciones de campo, así como para realizar estimaciones de los servicios ambientales mediante la estimación del secuestro de CO<sub>2</sub> que realiza esta especie en los agroecosistemas cubanos.

Palabras clave: bambú, cambio climático, mitigación, reforestación, secuestro de CO<sub>2</sub>

### ABSTRACT

Bamboos are important crops based on their potential for environmental services, carbon dioxide sequestration and timber production in a short period of time. In this study, eight variables associated with the productivity of *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* were evaluated and an estimate of the carbon dioxide sequestered was calculated. The total number of culms per plant was 16.53; the length of the culms was 12.35 m. The outer diameter of the culm in the basal, middle and distal was of 7.10 cm, 6.48 cm and 3.05 cm, while the inner diameter of the culm was 4.16 cm, 5.12 cm and 1.95 cm respectively. Fresh mass in the basal, middle and distal was 1.15 kg, 0.59 kg and 0.18 kg, while the dry mass was 0.63 kg, 0.33 kg and 0.11 kg. The net volume of the section of the culm basal, middle and distal was 0.12 m<sup>3</sup>, 0.056 m<sup>3</sup>, 0.045 m<sup>3</sup>, while the apparent volume of the culm was 0.29 m<sup>3</sup>, 0.27 m<sup>3</sup>, 0.13 m<sup>3</sup>. The carbon sequestered estimate per culm was 3.25 kg per culm and 53.68 kg per rally. These variables can be used for more accurate measures of productivity growth and *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* under field conditions, as well as for estimating environmental contributions by estimating the CO<sub>2</sub> sequestration of this species in Cubans agroecosystems.

Keywords: bamboo, climatic change, CO<sub>2</sub> sequestration, mitigation, reforestation

### INTRODUCCIÓN

La quema de petróleo, carbón y gas natural, unido a la rápida deforestación de los bosques y a los incendios de forestales, ha causado un aumento progresivo de del CO<sub>2</sub> atmosférico durante los últimos años (Hansen *et al.*, 2008).

Los sumideros de CO<sub>2</sub> son depósitos naturales o artificiales de carbono, que absorben el carbono de la atmósfera y contribuyen a reducir la cantidad de este gas en el aire. Hoy en día son los océanos, y ciertos ecosistemas vegetales los principales sumideros de carbono en nuestro planeta (Pardos, 2010).

Las plantas logran secuestrar el CO<sub>2</sub> del aire mediante la fotosíntesis (Heimann y Reichstein; 2008), por lo que son considerados como sumideros de carbono naturales (Pagani *et al.*, 2009).

Algunos científicos consideran que el fomento de nuevos bosques puede constituir una solución tecnológica eficiente para reducir el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico mediante su secuestro. En la madera de especies forestales, se acumulan elevadas cantidades de carbono fijadas en la fotosíntesis. Las plantas absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera, almacenan una parte del carbono tomado lo cual facilita su productividad, y devuelven oxígeno molecular (Salas e Infante, 2006).

Las especies de plantas de crecimiento rápido (por ejemplo, el bambú, el eucalipto, el álamo, el sauce o el abedul, entre otros), por lo general absorben y almacenan menor cantidad de carbono que las especies forestales que poseen maderas duras (Pardos, 2010). El bambú tiene la ventaja de reemplazar los culmos cosechados por otros jóvenes en un tiempo relativamente corto lo cual favorece una producción rápida de biomasa (Camargo y Klein, 2006).

El bambú permite una fuerte sujeción de las partículas del suelo gracias a la presencia de un denso entramado de raíces fibrosas y rizomas bien desarrollados, que evitan la erosión hídrica en cárcavas en los cauces de los ríos y en relieves ondulados, e incrementa la retención de agua en el suelo (Wang *et al.*, 2008).

El bambú representa uno de los más grandes recursos naturales renovables del universo ya que provee una gran variedad de productos forestales de diversos usos, los cuales juegan un papel vital en la economía de muchas regiones del mundo (Bonilla *et al.*, 2009). Los bambúes son fáciles de cultivar, utilizar, transportar, cortar y moldear, tienen un rápido crecimiento y alcanzan la madurez en un período de tiempo relativamente corto, por lo cual es útil para apoyar las economías locales de regiones pobres (Vogtländer *et al.*, 2010).

Debido a las múltiples aplicaciones del bambú, su rápido crecimiento, su adaptación a

diferentes condiciones ecológicas y el grado de protección que ofrece al suelo; este cultivo se ha considerado en Cuba como una especie de mucha importancia para implementar proyectos de reforestación (Wang *et al.*, 2008). Con el bambú se puede contribuir a la recuperación integral de ecosistemas degradados en ciertas regiones y lograr programas sostenibles de reforestación (Bonilla *et al.*, 2010).

Respecto al potencial de captación de CO<sub>2</sub> atmosférico de los bambúes acorde con lo referido en la literatura especializada sobre el tema, en una hectárea (plantada con *Guadua angustifolia*) se puede captar hasta 33 toneladas de CO<sub>2</sub> en un año. El 80% (26.4 toneladas) de lo captado corresponde a la biomasa aérea y el resto (6.6) a la parte subterránea (Camargo *et al.*, 2006).

Sin embargo, no se sabe con certeza el potencial de captación de CO<sub>2</sub> de especies como *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*, ni se dispone de una metodología para determinar la productividad como tampoco para el cálculo del carbono secuestrado de esta especie en agroecosistemas forestales cubanos.

Tomando en consideración la problemática anterior, el presente trabajo se propone la siguiente hipótesis: mediante la implementación de variables asociadas con el crecimiento vegetativo, la productividad así como el contenido de carbono en la masa seca de muestras de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*, se podrán definir algunas variables asociadas con la productividad de esta especie y estimar su potencial de dióxido de carbono.

Para darle cumplimiento a la hipótesis anterior este trabajo se propone como objetivo definir y evaluar variables asociadas con la productividad de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* para la estimación de la captación de CO<sub>2</sub>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Localización de la plantación*

La plantación de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* evaluada se encontraba situada en el Municipio Manicaragua, localidad el Sijú. Esta plantación tenía cuatro años de cultivo (Figura 1).

**Variables relacionadas con la productividad**

*Número total de culmos por plantón:* esta variable se evaluó aleatoriamente en 50 plantones diferentes de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*.

*Longitud de los culmos:* para la evaluación de esta variable se cortaron aleatoriamente 15 culmos de dos a tres años de edad en 15 plantones diferentes de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*. El corte se realizó mediante un motosierra (modelo Stihl) a nivel del primer entrenudo (Figura 2).

*Diámetro externo ( $\varnothing_{ext}$ ) e interno ( $\varnothing_{int}$ ) del culmo:* esta variable se evaluó en la porción basal, media y distal de 15 culmos mediante un pie de rey (Olympus).

*Masa fresca y masa seca:* para la evaluación de estas variables se utilizó una balanza digital (SCALTEC, modelo spb 54) y se utilizaron fragmentos de culmos de la porción basal, media y distal. Para la determinación de masa seca los fragmentos de culmos se mantuvieron a 80 °C durante tres semanas en una estufa (Sakura) hasta que la masa se mantuvo constante (Figura 3).



Figura 1. Plantación de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* en la localidad del Sijú. Manicaragua. Villa Clara.



Figura 2. Corte con motosierra por encima del primer nudo de culmos de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*.



Figura 3. Deseccación de culmos de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* para la determinación de masa seca.

Volumen neto ( $V_n$ ) del culmo de la sección basal, media y distal, se calculó mediante la siguiente fórmula  $V_n = \pi \times (\frac{\text{Ø}_{\text{ext}}}{2} - \frac{\text{Ø}_{\text{int}}}{2})^2 \times \text{longitud}$ .

Volumen aparente ( $V_a$ ) del culmo de la sección basal, media y distal, se calculó mediante la siguiente fórmula  $V_n = \pi \times (\frac{\text{Ø}_{\text{ext}}}{2})^2 \times \text{longitud}$ .

### Estimación del potencial de dióxido de carbono secuestrado

Para la estimación del contenido de carbono, se utilizó como referencia los datos sugeridos por Brown (2001), tomando en consideración que cada gramo de masa seca almacenada en los culmos de la especie *Guadua angustifolia*, contienen un 50.0% de carbono.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables relacionadas con la productividad

El número promedio de culmos por plantón fue de 16.53. En la literatura científica especializada sobre el tema no se encontraron trabajos que hayan estudiado plantaciones jóvenes de *B. vulgaris* var. *vulgaris* con cuatro años de cultivo.

La longitud promedio del culmo fue de 12.35 m. Estos valores fueron similares a los observados en plantaciones jóvenes de la Provincia de Granma (Catasús, comunicación personal) y Pinar del Río (Cordero-Miranda *et al.*, 2004).

El diámetro externo (basal, media y distal) fue de 7.10 cm, 6.48 cm y 3.05, mientras que el diámetro interno (basal, media y distal) fue de 4.16 cm, 5.12 cm y 1.95 cm respectivamente. Estas variables fueron utilizadas exitosamente por Camargo (2006) para evaluar la productividad de *Guadua angustifolia* en el eje cafetalero de Colombia.

La masa fresca (basal, media y distal) fue de 1.15 kg, 0.59 kg y 0.18 kg respectivamente, mientras que la masa seca (basal, media y distal) fue de 0.63 kg, 0.33 kg y 0.11 kg, lo cual demuestra el alto contenido de agua acumulado en el culmo de esta especie (aproximadamente el 50%). Resultados similares fueron obtenidos por Martell (2008) en la evaluación del rendimiento de la biomasa aérea de esta especie en tres localidades de la provincia de Granma (Cauto Cristo, Río Cauto y Manzanillo).

El volumen neto del culmo (incluye solo la parte de la madera), de la sección basal, media y distal fue de 0.12 m<sup>3</sup>, 0.056 m<sup>3</sup>, 0.045 m<sup>3</sup>, mientras que volumen aparente del culmo fue de 0.29 m<sup>3</sup>, 0.27 m<sup>3</sup>, 0.13 m<sup>3</sup>, respectivamente.

### Estimación del potencial de dióxido de carbono secuestrado

El promedio de carbono por culmo, plantón y por hectárea fue de 3.25 kg, 53.68 kg y 10 600 kg respectivamente. Jyoti *et al.* (2009) refirieron valores superiores respecto al potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> de esta especies en la india, aunque estos autores calcularon la biomasa aérea total incluyendo las ramas y hojas. Sin embargo, Nath y Das (2011), determinaron que cerca del 87.0% del carbono secuestrado en *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* se almacena en los culmos y el promedio de carbono secuestrado fue similar al obtenido en nuestro

estudio. Por otra parte, Riaño *et al.* (2002) al realizar determinaciones de partes aéreas del contenido de carbono en *Guadua angustifolia* (tallos, ramas, hojas del follaje y las hojas caulinares) demostraron que el 80.0% se acumuló en la biomasa aérea.

## CONCLUSIONES

Las variables evaluadas pueden resultar útiles para estimaciones más precisas del crecimiento vegetativo y la productividad de *Bambusa vulgaris* var. vulgaris u otras especies de bambúes en condiciones de campo. Asimismo, a partir de los resultados obtenidos, se puede determinar el potencial de los servicios ambientales que brinda esta especie, en particular su potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> en los agroecosistemas forestales cubanos.

*Este trabajo fue presentado en el marco de la Primera Conferencia Regional de Bambú: El bambú en el desarrollo local, organizada por la Facultad de Construcciones, el Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales (CIDEM) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), INBAR y la red ECOSur, del 17-19 de mayo de 2011. Villa Clara, Cuba.*

## REFERENCIAS

- Bonilla, SH, Guarnetti RL, Almeida CM, Giannetti BF (2010) Sustainability assessment of a giant bamboo plantation in Brazil: exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production*. 18(1): 83-91
- Brown, S (2001) Design and implementation of forest-based carbon projects. Simposio Internacional 'Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales'. Celebrado del 18-20 de Octubre del 2001. Valdivia, Chile
- Camargo, JC (2006) Growth and productivity of the bamboo species *Guadua angustifolia* Kunth in the coffee region of Colombia. PhD thesis. Gottingen, Universitat. Cuvillier Verlag, Göttingen, Germany, p 206
- Camargo, JC, KleinnGCh (2006) Length curves and volume functions for *Guadua* bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for the coffee region of Colombia. *European Journal of Forest Research*. 129:121-122
- Cordero-Miranda, EM, Mercadet PA, Montalvo-Guerrero JM, Betancourt RMA (2004) Resultados del inventario forestal realizado en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* var. vulgaris en el Municipio Guanés perteneciente a la Empresa Forestal Integral Macurije de la provincia de Pinar del Río. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente* 4(6): 1-4
- Hansen, J, Sato M, Kharecha P, Beerling D, Berner R, Masson-Delmotte V, Pagani M, Raymo M, Royer DL, Zachos JC (2008) Target atmospheric CO<sub>2</sub>: where should humanity aim? *Open Atmospheric Science Journal* 2: 217-231
- Heimann, M, Reichstein M (2008) Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks. *Nature* 451: 289-292
- Jyoti, NA, Das G, Das KA (2009) Above ground standing biomass and carbon storage in Village bamboos in North East India. *Biomass and Bioenergy* 3(9): 1188-1196
- Martell, LA (2008) Rendimiento de biomasa de *Bambusa vulgaris* y su relación con la protección de los suelos en la provincia de Granma, Cuba. *Zootecnia Tropical* 26(3): 275-277
- Pagani, M, Caldeira K, Berner R, Beerling DJ (2009) The role of terrestrial plants in limiting atmospheric CO<sub>2</sub> decline over the past 24 million years. *Nature* 460: 85-88
- Pardos, AJ (2010) El carbono en los ecosistemas terrestres. En: INIA (ed) Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Pp. 25-35 Madrid
- Riaño, NM, Londoño X, López Y, Gómez JH (2002) Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* Kunth in relation to ageing in the Valle del Cauca – Colombia. *The Journal of the American Bamboo Society* 16(1): 43-51
- Vogtländer, J, Van Der LP, Brezet H (2010) The sustainability of bamboo products for local and Western European applications. LCAs and land-use. *Journal of Cleaner Production* 18(13): 1260-1269
- Wang, G, Innes JL, Dai S, He G (2008) Achieving sustainable rural development in Southern China: the contribution of bamboo forestry 15(5): 484-495