

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

La biomasa de *Bambusa vulgaris* como alternativa para la recuperación de suelos degradados

The biomass of *Bambusa vulgaris* as an alternative for the recovery of degraded soils

Pedro Cairo Cairo¹, Otani Alvares Alonso², Yamisey Yera Yera², Alianny Rodríguez Urrutia²,
Álvaro Mollineda², Pedro Torres Artiles² y Oralia Rodríguez López²

¹ Universidad de Atacama. CRIDESAT Centro Regional de Investigaciones y Desarrollo Sustentable de Atacama
Copayapu 485, Copiapó, Chile.

² Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuani km
5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

E-Mail: pedro.cairo@uda.cl

RESUMEN

La producción de biomasa de Bambú en proyectos de reforestación puede contribuir a la regeneración de suelos degradados. El trabajo fue realizado en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, con el objetivo de evaluar la calidad de la biomasa de bambú como alternativa de recuperación de suelos degradados. Se realizó una caracterización química de la biomasa de bambú, representada por hojarasca de bambú, humus de bambú, compost de bambú y un control de referencia constituido por humus de lombriz a partir de otros sustratos orgánicos. Se evaluaron los parámetros ceniza, Cu, Zn, Co, Mn y Fe. Se realizó un experimento en condiciones semi-controladas con seis tratamientos al utilizar los sustratos descritos anteriormente. Se tomaron muestras del experimento para el análisis microbiológico de bacterias hongos y actinomicetos. Además, fue montada una parcela experimental (dos áreas representativas, una de bambú de 5 años de establecido, para estudiar el comportamiento de la especie y los cambios en el suelo desde los 30 cm hasta los 5 m de distancia del plantón; y otra área sin bambú que representa la referencia del suelo degradado (RSD)). Se tomaron muestras de suelo para evaluar el estado de la estructura y la consistencia del mismo. Los resultados muestran que la calidad de la biomasa de bambú mejora de manera significativa las propiedades biológicas del suelo así como estructura y su consistencia.

Palabras clave: actividad biológica, bambú, consistencia del suelo, estructura, recuperación de suelo

Abstract

The production of bamboo biomass in reforestation projects can contribute to the regeneration of degraded soils. The work was carried out at the Center for Agricultural Research of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, with the objective of evaluating the quality of bamboo biomass as an alternative to recover degraded soils. A chemical characterization of bamboo biomass, represented by bamboo litter, bamboo humus, bamboo compost and a reference control constituted by earthworm humus from other organic substrates, was carried out. Ash, Cu, Zn, Co, Mn and Fe were evaluated. An experiment was carried out under semi-controlled conditions with 6 randomized

block design treatments with the substrates described. Samples were taken from the experiment for the microbiological analysis of fungal and actinomycete bacteria. In addition, an experimental plot was assembled (two representative areas, one of bamboo of 5 years of established, to study the behavior of the species and changes in the soil from 30 cm to 5 m away from the seedling, and another area without bamboo representing the reference of degraded soil (RSD)). Samples were taken at the depth of 0-10 cm to evaluate the state of the structure and the consistency of the soil. The results show that the quality of the bamboo biomass significantly improves the biological properties of the soil as well as structure and its consistency.

Keywords: biological activity, bamboo, soil consistency, structure, soil recovery

INTRODUCCIÓN

La especie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H.L. Wendl. se ha adaptado a las condiciones tropicales y realiza una buena contribución de biomasa (entre 20 y 33 t ha⁻¹). Su papel en la protección del medio ambiente es incalculable, por lo que esta especie posee potencialidades aún no conocidas (López, 2008).

En la actividad de la gestión del bambú dentro del desarrollo sostenible se conoce muy poco sobre el carácter de su biomasa y el efecto sobre el suelo para las condiciones de Cuba (Álvarez *et al.*, 2014). Sin embargo, se han realizado investigaciones en regiones subtropicales de China con otras especies que muestran estas potencialidades (Song *et al.*, 2011; Shang *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2014; Han *et al.*, 2014). Cuando se habla del bambú como protector del suelo es mencionada su función de conservación de cuencas hidrográficas, ribera de los ríos y quebradas, empero, el impacto en áreas de producción agrícola puede ser integral sobre otras manifestaciones de degradación de suelos (Ganse *et al.*, 2013).

El suelo es un recurso natural de difícil renovación, con naturaleza viva y dinámica, cuya conservación es crucial para la supervivencia de la humanidad. De ahí que uno de los objetivos esenciales de su manejo debe ser el de mantener o incrementar su fertilidad de forma duradera (Álvarez *et al.*, 2014). El bambú es muy útil en la ribera de los ríos en su acción reguladora de la cantidad y calidad de agua, es un gran productor de oxígeno y un gran retenedor de dióxido de carbono (Mishra *et al.*, 2014).

El fenómeno de la degradación de suelo afecta considerables superficies de tierras a nivel mundial. En la actualidad, se realizan diversos esfuerzos para recuperar su productividad y fertilidad con el empleo de tecnologías que faciliten la asimilación de algunos nutrientes

y disminuyan los signos de degradación. En tal sentido, los materiales orgánicos favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, debido a que aportan sustancias húmicas y nutrientes, además de influir en la estructura y porosidad, entre otros indicadores edáficos (Pérez *et al.*, 2008). El trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de la biomasa de bambú y su impacto en la recuperación de suelos degradados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de investigación

El estudio fue realizado en los laboratorios del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), el Centro de Estudios de Química Aplicada (CEQA) y la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado”, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

Caracterización química de residuos y abonos orgánicos

A los efectos de este trabajo se ha considerado utilizar los términos: Biomasa del bambú (incluye hojarasca, raíces y tallos del bambú, humus de bambú y compost elaborado a partir de la hojarasca que a la vez representan residuos y abonos orgánicos de la especie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H.L. Wendl). El humus de lombriz y la hojarasca fueron tomados de la estación experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado”. A partir de la hojarasca de bambú se elaboró el compost correspondiente. El humus de lombriz fue obtenido a partir de estiércol vacuno sin la presencia de biomasa de bambú. Las muestras tomadas (16) se secaron y posteriormente, molieron y pasaron por un tamiz de 0,5 mm.

En el estudio se incluyeron muestras de hojarasca de bambú de diferentes regiones

edafoclimáticas: Santa Clara (de un Suelo Pardo mullido con carbonatos), Manicaragua (Finca el Siju, de un Suelo Pardo Mullido sin carbonatos), Cienfuegos (Jardín Botánico, de un Suelo Fersialítico pardo mullido carbonatado).

Los métodos de análisis químicos empleados fueron:

- Porcentaje de ceniza (% ceniza) y porcentaje de materia orgánica (% materia orgánica): 2 g del material en un crisol de 25 ml y por incineración, en la mufla, se eleva la temperatura hasta llegar a 550 °C. Se determina A= Peso constante del crisol a 550 °C, B = Peso constante del crisol + ceniza, C = Peso de la muestra seca al aire y el factor de corrección de la humedad (fch) a través del porcentaje de humedad de la muestra. El cálculo del porcentaje de cenizas y por vía indirecta el de materia orgánica se realiza a través de las ecuaciones 1 y 2.

$$\%Ceniza = \frac{B - A}{C} \times 100 \times fch \quad (1)$$

$$\%MO = 100 - \%Ceniza \quad (2)$$

Microelementos como cobre (Cu), zinc (Zn), cobalto (Co), manganeso (Mn), hierro (Fe), fueron determinados por el método de espectrofotometría de absorción atómica, según la NRAG 894/1988, por digestión de la muestra con H₂SO₄ concentrado y selenio como catalizador y posterior dilución con agua destilada.

Los macroelementos: Potasio (% K) por el método de espectrofotometría de absorción atómica, según la NRAG 894/1988, Carbono (% C) a través del cálculo por vía indirecta (ecuación 3), Nitrógeno (%N) mediante el método de digestión - destilación de Kjeldahl, relación C/N y fósforo (% P) por el método colorimétrico del metavanadato.

$$\%C = \%MO * 0,58 \quad (3)$$

Descripción de los experimentos

Los estudios experimentales se desarrollaron en un suelo Pardo mullido carbonatado según la Clasificación de suelos propuesta por Hernández *et al.* (2015).

- **Experimento en condiciones semicontroladas:** El diseño fue Bloques al Azar

(4 réplicas) usando macetas con 1 kg de suelo. Los tratamientos fueron: 1- control; 2- 75 kg ha⁻¹ de N (Urea); 3- 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz; 4- 4 t ha⁻¹ de humus de bambú; 5- 4 t ha⁻¹ compost de bambú sin inóculo; 6- 4 t ha⁻¹ compost de bambú con inóculo. Después de 35 días bajo riego se tomaron muestras para la determinación de bacterias, hongos y actinomicetos.

- **Experimento en campo:** Se estableció una parcela experimental con dos áreas representativas, una con bambú (plantas de 5 años establecidas en condiciones naturales para estudiar el comportamiento de la especie y los cambios en el suelo, desde los 30 cm hasta los 5 m de distancia del plantón) y la otra sin bambú (representa la referencia del suelo degradado (RSD)). Se tomaron muestras a la profundidad de 0-10 cm para evaluar el estado de la estructura y la consistencia del suelo.

Análisis Microbiológico del suelo

Se utilizó el método de conteo de placas con diluciones de 1 g de suelo a diferentes concentraciones en medio de cultivo sólido. Las bacterias fueron determinadas al aplicar 1ml de la dilución al medio de cultivo glicerina peptona agar. Los Hongos se determinaron aplicando 1 ml de la dilución al medio de cultivo Agar Rosa de Bengala. En el caso de los Actinomicetos se aplicó 1 ml de la dilución al medio de cultivo Almidón Amoniacal Agar.

Análisis físicos de suelos

- Factor Estructura (FE): de acuerdo con el método de Vageler y Alten (1931).
- Límite Superior de Plasticidad (LSP): se determinó por el método del Cono de Balancín de Vasiliev.
- Límite Inferior de Plasticidad (LIP): se determinó por el método de los rollitos de Atterberg.
- Índice de Plasticidad (IP): se determinó por la diferencia numérica entre los Límites Superior e Inferior.

Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de programas profesional STATGRAPHICS CENTURION Versión 15.2 sobre Windows XP. Se aplicó el Análisis de Varianza de clasificación simple con la prueba de comparación de Tukey HSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química de los sustratos estudiados

El nitrógeno se manifiesta de forma variable al igual que la materia orgánica y el carbono (Tabla 1). Esto puede deberse a las condiciones edafoclimáticas en que se desarrollan las plantas. Los contenidos de nitrógeno varían desde las categorías de bajo a muy alto (NRAG 564, análisis foliar). La materia orgánica oscila desde bajo a alto. La relación C/N constituye, en este caso, un indicador muy sobresaliente de las características de esta biomasa y varía de regular a buena. Oramas (2010) y Alvarado (2011) hace referencia al posible potencial del bambú como fijador biológico del nitrógeno atmosférico; lo cual significa que el mismo, a pesar de ser una poácea, se comporte como una leguminosa.

En la Tabla 2 se muestran los resultados relativos a los microelementos. El humus de bambú difiere significativamente con los demás sustratos respecto al contenido de cenizas. La

composición química de la hojarasca de bambú reportada por otros autores como Oramas (2010) y Mishra *et al.* (2014) detallan la presencia de elevados contenidos de ceniza y bases como calcio y magnesio que gradualmente pueden tener efectos sobre el pH del suelo. La ceniza del bambú está compuesta por minerales inorgánicos, en primer lugar, sílice, calcio y potasio. El manganeso y el magnesio son otros dos minerales comunes. También consta de otra composición orgánica en adición a la celulosa y la lignina.

La composición de metales pesados de los diferentes sustratos evaluados (Cu, Zn, Co, Mn y Fe) evidencia que en general existen niveles medios de estos micronutrientes según categorías internacionales establecidas de niveles críticos para abonos orgánicos, compost y residuos. El humus de lombriz muestra valores de Fe y Mn significativamente superiores al compost de bambú y al humus de bambú. En el caso concreto del Mn el humus de lombriz sobrepasa los límites críticos referidos por Insam

Tabla 1. Caracterización química de la hojarasca de bambú

Indicadores	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
N %	2,11	2,67	0,58
P %	0,25	0,40	0,15
K %	0,98	0,23	0,32
MO %	46,65	45,29	18,39
% Ceniza	53,35	54,71	81,61
C %	27,06	25,69	10,66
Relación C/N	12,88	9,62	18,00

Muestra 1 - Santa Clara Suelo Pardo mullido con carbonatos

Muestra 2 - Manicaragua Finca el Siju Suelo Pardo Mullido sin carbonatos

Muestra 3 - Cienfuegos Jardín Botánico Suelo Fersialítico pardo mullido carbonatado

Tabla 2. Contenido de algunos indicadores químicos en los diferentes sustratos estudiados.
Sustratos

Indicadores	1	2	3	4
% Ceniza	71,21	64,91	60,80	53,35
Fe mg kg⁻¹	16371,00	33065,00	16687,50	3135,00
Cu mg kg⁻¹	18,25	52,74	31,85	10,10
Mn mg kg⁻¹	656,55	1819,75	756,40	117,75
Zn mg kg⁻¹	105,13	110,78	99,23	36,08
Co mg kg⁻¹	13,20	52,80	11,05	4,45

Leyenda: 1- humus de bambú, 2- humus de lombriz, 3- compost de bambú, 4- hojarasca

y Knapp (2011). Igualmente, constituye un abono orgánico de referencia por sus cualidades nutricionales. Tanto el humus de bambú como el compost de bambú indican niveles de Zn similares al humus de lombriz, no así para Co y Cu aunque con niveles no despreciables. La materia orgánica del suelo es una importante fuente de micronutrientes, especialmente de los cationes metálicos como Fe, Mn, Cu y Zn. Estos normalmente se encuentran quelatados por las sustancias orgánicas, lo que favorece una adecuada nutrición de las plantas (Insam *et al.*, 2011). Resultados similares obtuvieron García *et al.* (2008) cuando demostraron que el humus de lombriz proveniente de residuos sólidos urbanos presentaba concentraciones elevadas de microelementos esenciales para las plantas, por lo que podía ser considerado como un biocorrector de micronutrientes de suelos deficientes.

Efectos de abonos orgánicos de residuos de bambú sobre la microflora del suelo

El uso de abonos orgánicos ejerce su influencia sobre la biomasa microbiana y se ha demostrado que un aumento del contenido de la materia orgánica, tiene un efecto positivo sobre la biología del suelo. En este experimento existen tres controles de referencia (control sin tratamiento, control con fertilizante nitrogenado y control humus de lombriz). El efecto de diferentes abonos orgánicos a partir de la biomasa de bambú sobre la población microbiana del suelo en condiciones controladas (Tabla 3), demostró que al comparar el humus de lombriz

como abono orgánico de calidad conocida con el compost de bambú con inóculo mostró una respuesta significativa a favor del compost de bambú con inóculo, tanto en hongos y bacterias como en actinomicetos, lo cual coincide con los resultados de Ganse, *et al.* (2013).

El humus y el compost de bambú con inóculo indicaron diferencias significativas respecto a hongos y bacterias con los controles sin tratamiento y fertilizante fundamentalmente. Investigaciones realizadas por Alfonso (2013) cuando estudió la diversidad de comunidades microbianas cultivables en la rizosfera de *B. vulgaris*, pudo comprobar la presencia de una gran diversidad de bacterias con capacidad metabólica en los procesos de oxidación de la glucosa. Los actinomicetos son menos numerosos que las bacterias y uno de los factores favorables para su presencia es la abundancia de calcio que proporciona una condición neutra o ligeramente alcalina.

Pérez *et al.* (2008) realizaron investigaciones para elaborar compost con diferentes residuos y demostraron la efectividad del uso de fuentes enriquecidas en nitrógeno y carga microbiana. A la vez, Julca *et al.* (2006) exponen la necesidad de trabajar en el manejo ecológico del suelo como una herramienta importante de la agricultura orgánica.

Efectos de la biomasa del bambú sobre el factor de estructura

El impacto de la biomasa de bambú sobre la actividad biológica puede tener consecuencias

Tabla 3. Efecto de diferentes abonos orgánicos sobre la población microbiana del suelo en condiciones semicontroladas

Tratamientos	Unidades formadoras de esporas por gramo de suelo (ufc/g de suelo)		
	Hongos 10 ⁵	Bacterias 10 ⁸	Actinomicetos 10 ⁵
1	59,3c	97,67cd	53,33c
2	47,00cd	53,00d	64,00bc
3	28,30e	276,67b	31,00d
4	99,33b	190,00bc	28,33d
5	35,33de	37,67d	69,97b
6	158,00a	2400,00a	89,33a
E. E. ±	2,660	20,169	2,880

Medias con letras diferentes en una misma columna muestran diferencias estadísticas significativas según prueba de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey para $p < 0,05$

Leyenda: 1- control; 2- 75 kg ha⁻¹ N (Urea); 3- 4 t ha⁻¹ humus de lombriz; 4- 4 t ha⁻¹ humus de bambú; 5- 4 t ha⁻¹ compost de bambú sin inóculo; 6- 4 t ha⁻¹ compost de bambú con inóculo

sobre la materia orgánica y al final sobre la estructura (Figura 1). El plantón de bambú en su efecto radial a partir de 0,3 m hasta 5 m incrementa el factor de estructura, desde valores en categoría de regular (en el suelo degradado) hasta valores en categoría de bueno (en la profundidad de 0-10 cm) (Yera, 2011). El hecho de alcanzar niveles de factor de estructura por encima de 70 %, a los cinco años de permanencia arborizada de bambú, evidencia la factibilidad de recuperación de los suelos, resultados similares a los obtenidos por Ganse *et al.* (2013). Según Oramas (2010) el bambú incrementa el factor de estructura del suelo asociado al incremento de la materia orgánica y la actividad biológica del mismo. La estructura del suelo influye en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas, por tanto, en determinados casos, puede ser el factor que limita la producción. Una buena estructura hace que los factores de crecimiento funcionen a su máxima eficiencia y se obtengan mayores rendimientos en las cosechas (Cairo y Fundora, 2005).

Efectos de la biomasa del bambú sobre la Plasticidad

La consistencia del suelo (plasticidad) es una consecuencia del papel de la materia orgánica y del estado estructural, si estas condiciones mejoran el suelo se hace más apropiado para el laboreo y con mejores cualidades para el establecimiento de la labranza de conservación (Zolfaghari *et al.*, 2015). Las figuras 2 y 3 resumen el efecto integrado de la biomasa de

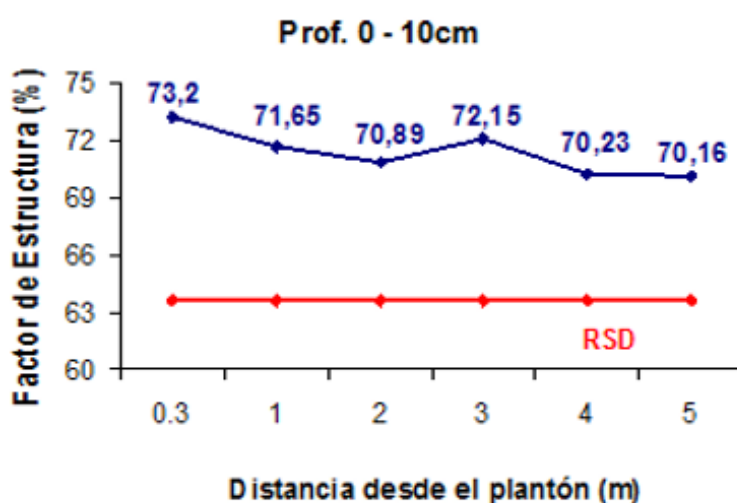
bambú sobre el suelo. En esta investigación se materializa el esquema:

Biomasa – Materia Orgánica – Actividad Biológica – Estructura – Consistencia (Plasticidad)

El establecimiento del bambú por tales razones puede aumentar de manera significativa el Límite Inferior de Plasticidad (LIP) y disminuir el Índice de Plasticidad (IP) en las condiciones estudiadas. La acción de la biomasa sobre el suelo hace de la consistencia una propiedad dinámica que cambia de la categoría plástico (RSD) a medianamente plástico. El cambio de categoría favorece de forma significativa al manejo desde el punto de vista de preparación y laboreo, de esta manera, permite la selección de implementos agrícolas que puedan garantizar el laboreo de conservación, ya que lleva implícito también un aumento de la estabilidad estructural del suelo (Zolfaghari *et al.*, 2015). En la medida que los suelos están mejor estructurados aumentan su capacidad de retención de humedad y con ello el Límite Inferior de Plasticidad.

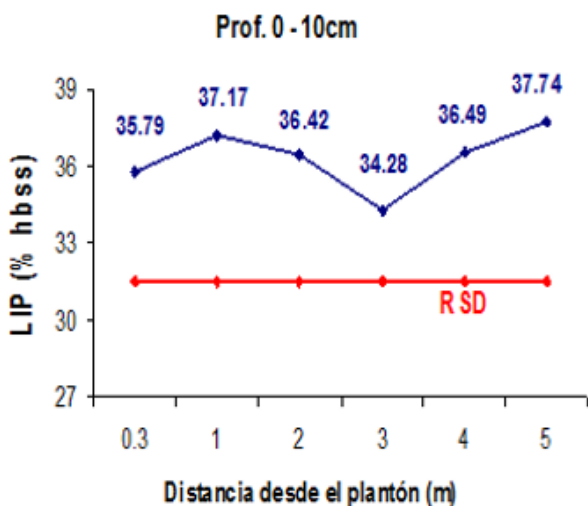
CONCLUSIONES

La biomasa de bambú reúne características nutricionales muy favorables para ser utilizada en la recuperación de la calidad de los suelos. Además, mejora de manera significativa la actividad biológica y algunos indicadores de estructura y consistencia, lo cual representa una contribución en la recuperación del suelo.



RSD Referencia del suelo degradado (Área sin bambú)

Figura 1. Efectos de la biomasa del bambú establecido a diferentes distancias del plantón sobre el factor de estructura



RSD Referencia del suelo degradado (Área sin bambú)

Figura 2. Efecto de la biomasa del bambú establecido sobre el Límite Inferior Plasticidad (LIP)

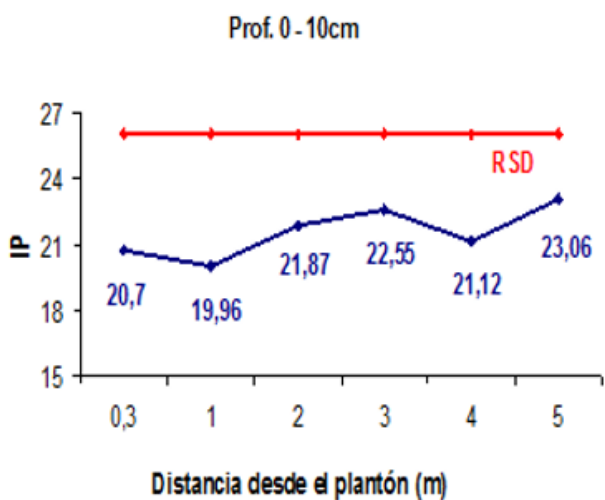


Figura 3. Efectos de la biomasa del bambú establecido a diferentes distancias del plantón sobre Índice de Plasticidad del suelo (IP)

BIBLIOGRAFÍA

ALFONSO, M. 2013. Diversidad microbiana en *Bambusa vulgaris*. Tesis Presentada en Opción al título académico de Máster en Agricultura Sostenible, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 90 p.

ÁLVAREZ, O., CAIRO, P., MOLLINEDA, A., GARCÍA, Y., TORRES, P., RODRÍGUEZ, A., *et al.* 2014. Caracterización química de la biomasa del Bambú (*Bambusa vulgaris* Schrader ex. Wendlan): perspectivas para su utilización. *Centro Agrícola*, 41 (2): 91-93.

CAIRO, P. y FUNDORA, O. 2005. Edafología. Primera y Segunda Parte. Editorial Félix Varela, Ciudad de la Habana, Cuba, 475 p.

GANSE, D., CAIRO, P. and YERA, Y. 2013. Impact of bamboo (*Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland) on the recovery of a carbonated soft brown soil of Villa Clara. *Revista Congreso Universidad*, 2 (2): 1-10.

GARCÍA, R., MARTINEZ, C. y FORBES, T. 2008. Criterios técnicos para la utilización agrícola de los residuos sólidos urbanos. *Revista Agricultura Orgánica*, 14 (1): 41-42.

- HAN, X., IRLAND, L., ZHANG, Y., SHEN, J. and XIE, Y. 2014. A Land of Bamboo Groves: Collective-Owned Forest Tenure Reform in Southern China and Its Environmental Impacts. *Journal of Management and Sustainability*, 4 (1) 125-141.
- HERNANDEZ, J. A., PEREZ, J. J. M., BOSCH, I. D. y CASTRO, S. N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- INSAM, H. and KNAPP, B. 2011. Recycling of Biomass Ashes. Springer, 164 p. ISBN: 978-3-642-19353-8.
- JULCA, A., MENESES, L., SEVILLANO, R. y BELLO, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA*, 24 (1): 49-61.
- LÓPEZ, A. 2008. Rendimiento de biomasa de *Bambusa vulgaris* y su relación con la protección de los suelos en la provincia de Granma. *Zootecnia Trop.*, 26 (3): 275-277.
- MISHRA, G., GIRI, K., PANDAY, S., KUMAR, R. and BISHT, N. 2014. Bamboo: potential resource for eco-restoration of degraded lands. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 4 (2): 130-136.
- ORAMAS, E. 2010. Impacto ambiental del bambú (*Bambusa vulgaris* var. *Vulgaris*. Schard) en comparación con otras coberturas forestales sobre un suelo Pardo Ócrico sin Carbonato. Tesis presentada en opción al Título en Máster en Ciencias en Agricultura sostenible, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 89 p.
- PÉREZ, A., CÉSPEDES, C. y NÚÑEZ, P. 2008. Caracterización físico-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *J. Soil Sc. Plant Nutr.*, 8 (4): 10-29.
- SHANG, S., JIANG, P., CHANG, S., SONG, Z., LIU, J. and SUN, L. 2014. Soil Organic Carbon in Particle Size and Density Fractionations under Four Forest Vegetation-Land Use Types in Subtropical China. *Forests*, 5, 1391-1408.
- SONG, X., ZHOU, G., JIANG, H., Yu, S., FU, J., LI, W., WANG, W., *et al.* 2011. Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of potential, problems, and future challenges. *Environ. Rev.*, 19: 418-428.
- WANG, Z., LI, Y., CHANG, S., ZHANG, J., JIANG, P., ZHOU, G., *et al.* 2014. Contrasting effects of bamboo leaf and its biochar on soil CO₂ efflux and labile organic carbon in an intensively managed Chinese chestnut plantation. *Biol Fertil Soils*, 50:1109–1119.
- YERA, Y. 2011. Evaluación del impacto ambiental de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en un suelo Pardo mullido carbonatado. Tesis para aspirar al título de Máster en Agricultura Sostenible Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 76 p.
- ZOLFAGHARI, Z., REZA, M., SHAMSOLLAH, M. and KELISHADI, A. 2015. Soil atterberg limits and consistency indices as influenced by land use and slope position in Western Iran. *Journal of Mountain Science*, 12: 1471–1483.

Recibido el 29 de marzo de 2017 y aceptado el 8 de junio de 2018