

CARBONO BIOMÁSICO EN SUELOS DE MANGLAR EN EL DELTA DEL RIO RANCHERÍA-BRAZO EL RIÍTO, LA GUAJIRA, COLOMBIA

CARBON BIOMASICO IN MANGROVE SOILS IN THE RANCHERIA RIVER DELTA –RIITO ARM, LA GUAJIRA COLOMBIA

Yarima Ramos Castañeda¹, Deycis Galván Ayala², Leanis Pitre Ruiz³

¹. Bióloga, Investigadora Grupo de Investigación Biotecnología. E-mail: yramosc@uniguajira.edu.co

². Docente Investigadora, Facultad de Ingeniería E-mail: dgalvana@uniguajira.edu.co

³. Docente Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas y líder del grupo de investigación, Universidad de La Guajira, Grupo de Investigación Biotecnología. E-mail: lpitre@uniguajira.edu.co

Recibido: Octubre 15 de 2016

Aceptado: Noviembre 10 de 2016

*Correspondencia del autor: Yarima Ramos Castañeda. E-mail: yramosc@uniguajira.edu.co

RESUMEN

Los manglares presente en el delta del río Ranchería han sido objeto de estudios en los últimos años, señalando la presión de diferentes tensores antrópicos y ambientales que influyen en la transformación del uso del suelo (Castellanos y Menjivar, 2011), la perturbación de la actividad microbiana y el flujo de nutrientes; por ello la importancia de estudiar el estado del mismo (González *et al.*, 2006). La presente investigación fue realizada con el objetivo de cuantificar el carbono inmovilizado en la biomasa microbiana del suelo de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, ubicados en el brazo El Riíto del delta del río Ranchería durante la temporada de sequía. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 20 cm. La inmovilización de carbono biomásico se determinó a través del método de irradiación de onda corta descrito por Islam y Weil, (1998), (Anzalone y Lazo, 2002) y se analizaron parámetros físicos y químicos tales como textura, pH, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, salinidad, fósforo disponible, carbono y materia orgánica. Los suelos mostraron diferencias significativas entre las características físicas y químicas y en los niveles de carbono inmovilizados en la biomasa. Se encontraron valores promedios de 3.56, 3.45, 3.01 y 2.82 (µgC.suelo seco-1) en los suelos de *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus* respectivamente. Estos resultados probablemente estén relacionados con el contenido de materia orgánica y a las características propias de cada suelo; lo que permitió la variación en la actividad microbiana entre los distintos suelos.

Palabras claves: Biomasa microbiana, irradiación extracción; carbono, suelos de manglar.

ABSTRACT

The mangrove present in the Rancheria River delta have been studies object in the lasts years, indicating the pressure of different anthropogenic and environmental stressors that influence in the transformation of soil use (Castellanos y Menjívar, 2011); the disruption of microbial activity and nutrients flow; hence the importance of studying its condition (González *et al.*, 2006). The present investigation it was made with the objective of quantify the carbon assets for the soil microbial biomass of *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* and *Conocarpus erectus*, located in the Rancheria River delta Riíto arm during the dry season. Composite soil samples were taken at a depth 20 cm. The immobilization of carbon biomass was determined through the method of irradiation of shortwave described for Islam and Weil, (1998), (Anzalone and Lazo, 2002) and they analyzed physical and chemical parameters as: texture, PH, cation exchange capacity, electric conductivity, salinity, phosphorus available, carbon and organic matter. The soils showed significant differences between the physical and chemical characteristic and the immobilized levels of carbon in the biomass. Average values were found of 3.56, 3.45, 3.01 and 2.82 ($\mu\text{gC.suelo seco}^{-1}$) in the soils *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* and *C. erectus* respectively. These results are probably related with the organic matter content and with the proper characteristic of each soils, he could afford the variation in the microbial biomass between the differences soils.

Keywords: Microbial biomass, irradiation, extraction; carbon, mangrove soils.

INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas de zonas tropicales y subtropicales, altamente productivos, exportadores de materia y energía a ecosistemas adyacentes; además, proporcionan numerosos bienes y servicios entre los cuales se incluyen: la protección de zonas costeras contra huracanes e inundaciones, alojamiento y alimentación para crustáceos, moluscos, peces de importancia comercial, y aves migratorias (1) sin embargo, las actividades humanas y algunos factores ambientales han provocado un estado crítico en éstos al rededor del mundo (2). Los manglares presente en el delta del Río Ranchería han sido objeto de estudios en los últimos años, señalando la presión de diferentes tensores antrópicos y ambientales entre ellos periodos áridos prolongados, considerables de inundaciones, mínimas precipitaciones y elevadas insolaciones (3); al igual que la deforestación, el pastoreo, acumulación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, aguas residuales; influyendo sobre la transformación del uso del suelo (4), la perturbación de la actividad microbiana y el flujo de nutrientes; por ello la importancia de estudiar el estado del mismo (5).

El estado del suelo se puede determinar por medio de indicadores biológicos, como la biomasa microbiana; ya que proveen información rápida del estado del ecosistema gracias a su sensibilidad ante cualquier cambio ambiental (6). La biomasa microbiana es un componente esencial de la materia orgánica del suelo, encargada

de regular la transformación y almacenamiento de nutrientes, generalmente se utiliza como indicador de la biomasa viva en el suelo, en algunos casos se utilizan para comparar variaciones temporales de nutrientes en sitios naturales y perturbados (7).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el carbono biomásico del suelo de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, del delta del Río Ranchería (Brazo El Riíto) en temporada de sequía, lo que permitió establecer la variaciones de biomasa microbiana del ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El delta del Río Ranchería, se encuentra ubicado al nordeste del municipio de Riohacha y al suroeste del municipio de Manaure entre los 11°30' de latitud N y 72°50' de longitud W. Al Norte limita con la franja de playas del Mar Caribe; al oeste y sur con la avenida circunvalar y la troncal del Caribe, salida a Maicao y al sur y este con el casco urbano del municipio de Riohacha (8). El Brazo El Riíto se encuentra localizado al noroeste de Riohacha; en éste la franja de manglar está limitada al norte por el Mar Caribe, al noreste por el barrio Nuestra Señora de Fátima y al sur por la Laguna Salada (9). La planicie deltaica del río Ranchería se localiza en una transición entre las zonas debidas bosque seco subtropical y matorral espinoso subtropical. Los valores promedio mensuales de temperatura oscilan entre 25,4 y

30°C. La precipitación se da en dos periodos: uno entre abril y junio, y el otro entre agosto y noviembre, con un promedio mensual de 64,05 y 103 mm respectivamente. La humedad relativa promedio mensual oscila entre 65 y 79% y la evaporación promedio mensual entre 149,1 y 265,1 mm (3).

Diseño experimental.

Las muestras de suelo se colectaron siguiendo un diseño de muestreo sistemático (10), analizando 4 unidades experimentales, 1 por tipo de mangle. En cada unidad experimental se trazó una diagonal sobre la cual se marcaron tres puntos, espaciados de 24 m entre sí; la muestra en cada punto se realizó a partir de una mezcla de cinco submuestras, tomadas cada una a 5 m alrededor del punto de referencia y cada una de estas se tomó por triplicado, para un total de 36 muestras por muestreo, de las cuales se realizaron dos; en junio y julio del 2014 durante la temporada seca.

Toma de muestras.

Para la toma de muestra se retiró la cobertura de la superficie del terreno, se realizó un orificio en forma de "V" de 20 cm de profundidad, tomando una porción de 3 cm³ aproximadamente, las submuestras se depositaron en un recipiente plástico limpio, donde se mezclaron y se transfirieron en bolsas plásticas con cierre hermético debidamente rotuladas y se transportaron en neveras de icopor al laboratorio.

Análisis del suelo.

Los suelos fueron sometidos a una caracterización física y química bajo las técnicas metodológicas de (11) (Tabla 1).

Tabla 1. Métodos analíticos para determinar los parámetros físico y químico de cuatro suelos de manglar en el delta del río Ranchería-brazo el Riño.

Parámetro	MÉTODO/SOLUCIÓN EXTRAC-TIVA
Ph	Potenciométrico/Agua (relación suelo solución 1:1, 1:2, 1:3)
Humedad	Conductímetro en el extracto de suelo
Conductividad eléctrica (ce)	Gravimétrico
Salinidad	A partir de los valores de conductividad eléctrica, remplazados en la siguiente fórmula:
Capacidad de intercambio catiónico (cic)	Salinidad = mhos/cm x 604

Carbono orgánico (co)

Materia orgánica (mo)

Acetato de amonio 1N,

PH 7

Determinación del carbono en la biomasa microbiana del suelo

La determinación del carbono biomásico se realizó a través del método de irradiación de onda corta propuesto por Islam y Weil (1998) (12) método que consiste en liberar el carbono microbiano a través del uso de microondas, para luego ser extraído, oxidado y determinado cuantitativamente (13). El incremento de temperatura en las muestras por acción de las microondas disminuye la actividad de los microorganismos, permitiendo de este modo la extracción de nutrientes (13).

Irradiación del suelo con microondas y extracción del carbono

Para la irradiación del suelo se, tomaron 10 g de suelo en recipientes de 50 ml, las muestras fueron irradiadas durante 30 segundos y se dejó enfriar durante 20 min. Por otra parte se prepararon muestras iguales pero sin irradiar. Luego de este tiempo se le adicionó 25 ml de sulfato de potasio a cada muestra con el fin de extraer el carbono biomásico, las muestras recibieron una agitación de 200 rpm durante 60 segundos y finalmente el extracto fue filtrado con papel filtro N° 1, dicho extracto fue utilizado para la digestión del carbono.

Determinación del carbono en el extracto de suelo

El carbono fue determinado por el método de digestión con dicromato de Walkley y Black, (1934) (14), para lo cual se tomó 5 ml del extracto de suelo y se le adicionó 10 ml de dicromato de potasio y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se dejó en reposo durante 3° min para esperar la dilución de la mezcla y se adicionó 5 ml de ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe³⁺ y el dicromato de potasio residual; posteriormente el carbono fue valorado con sulfato ferroso, cuyos valores fueron remplazados en la siguiente fórmula: % C oxidado = $A \times M \times 0.003/g \times E/S \times 100$

Donde:

A = mL blanco – mL muestra

M = Molaridad del sulfato de ferroso

g = Masa del suelo seco (g)

E = Volumen del extractante (mL) = 25 mL

S = Volumen de extracto usado (mL) = 5mL

Una vez obtenidos los valores de las muestras irradiadas

y no irradiadas (MI y MNI, respectivamente) se calculó el carbono unido a la Biomasa microbiana de acuerdo a la expresión propuesta por (15).

$$C_{mic} (\mu\text{gC.suelo seco-1}) = E_c - K_c$$

Donde:

E_c = C extraído = CMI ($\mu\text{g C. g suelo seco-1}$) - CMNI ($\mu\text{g C. g suelo seco-1}$)

K_c = 4,69 (factor de conversión propuesto por Islam y Weil, 1998).

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis estadístico de los datos utilizando el software estadístico SSPS versión 21, efectuando un análisis de la varianza (ANOVA), en el que se presentan los p-valores para aceptar o rechazar la diferencia significativa entre medias para cada variable ($p < 0,05$ las medias de las muestras difieren significativamente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico y químico del suelo

Los resultados de la caracterización muestran variaciones en la cantidad de materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes (Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas de cuatro suelos de manglar en el delta del río Ranchería-brazo el Riíto, en temporadas seca n:3.

Origen	pH	Humedad (%)	CE ($\mu\text{mhos/m}$)	Salinidad (mmhos/c)	CIC (Meq/100g)	MO (%)	CO (%)
R. mangle	5,8 $\pm$ 0,07	17,8 $\pm$ 0,11 1	11,75 $\pm$ 1,22 2	7,03 $\pm$ 0,69	14,88 $\pm$ 1,14	5,31 $\pm$ 0,44 4	3,13 $\pm$ 0,23
L. racemosa	7,5 $\pm$ 0,24	17,8 $\pm$ 0,38 8	11,58 $\pm$ 0,55 5	6,71 $\pm$ 0,02	9,73 $\pm$ 0,35	4,91 $\pm$ 0,27 7	4,74 $\pm$ 0,29
A. germinas	7,5 $\pm$ 0,11	17,2 $\pm$ 0,60 0	19,13 $\pm$ 0,10 0	11,48 $\pm$ 0,33	4,83 $\pm$ 0,06	4,91 $\pm$ 0,27 7	4,71 $\pm$ 0,03
C. erectus	8,4 $\pm$ 0,06	16,3 $\pm$ 0,34 4	56,30 $\pm$ 0,06 6	33,40 $\pm$ 0,93	8,93 $\pm$ 0,42	5,31 $\pm$ 0,44 4	3,13 $\pm$ 0,23

Determinación del carbono en la biomasa microbiana del suelo

En la tabla 3 se muestran los valores de carbono biomásico de cuatro suelos de manglar ubicados en el delta del río Ranchería- brazo el Riíto en temporada de sequía; en ésta se observan diferencias significativas en los distintos suelos estudiados, los mayores niveles de carbono biomásico se encontraron en el siguiente orden: *L. racemosa*, *A. germinans*, *R. mangle*, y *C. erectus*; estos resultados posiblemente estén relacionados con los niveles de materia orgánica en descomposición, lo cual coincide con lo reportado por Montero (2008) (16) y Wieder (2012) (17); quienes afirmaron que los niveles de biomasa microbiana se ven afectados por la cantidad y calidad de materia orgánica del suelo. Por otro lado la biomasa microbiana pudo responder a las

alteraciones y a las condiciones propias de cada suelo.

En términos generales es probable que el comportamiento presentado en cada suelo esté relacionado con los valores de pH reportados para cada suelo, dichos resultados concuerdan con lo reportado por Bjorn *et al*, (2007) (18) quienes encontraron mayores valores de C biomásico en suelos con pH neutro en comparación con los de pH ácidos y los alcalinos. El resultado de C biomásico registrado en los suelos de *R. mangle* puede estar relacionado a su mayor porcentaje de humedad, ya que la humedad permite el aumento de la proliferación microbiana, lo que coincide con lo reportado por Reyes y Julián (2011) (19). Quienes indican que la biomasa microbiana incrementan con el aumento del porcentaje de humedad.

Tabla 3. Valores de carbono biomásico ($\mu\text{gC.suelo seco-1}$) calculados por el método de irradiación de onda corta en cuatros suelos de manglar en el delta del rio Ranchería-brazo el Riño en temporadas seca n:3.

Suelo/parámetro	Media	
	Temporada seca	Desviación estándar
<i>R. mangle</i>	2,43	0,31
C extraído en muestras no irradiadas	1,66	1,15
C extraído en muestras irradiadas	7,70	0,20
Ec (diferencia)		
C biomasa	3,01	0,00
<i>L. racemosa</i>	3,50	0,79
C extraído en muestras no irradiadas	2,37	0,35
C extraído en muestras irradiadas	1,13	0,17
Ec (diferencia)		
C biomasa	3,56	0,11
<i>A. germinans</i>	3,53	0,46
C extraído en muestras no irradiadas	2,29	0,35
C extraído en muestras irradiadas		
Ec (diferencia)	1,24	0,14
C biomasa	3,45	0,08
<i>C. erectus</i>	5,47	0,15
C extraído en muestras no irradiadas	3,63	0,15
C extraído en muestras irradiadas		
Ec (diferencia)	1,84	0,09
C biomasa	2,82	0,12

CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que la biomasa microbiana está relacionada con la disposición de materia orgánica del suelo, ya que con ella aumenta la disponibilidad de nutrientes, aumentando a la vez la cantidad microorganismos en el suelo.

Los mayores niveles de C biomásico se registraron en suelos con pH neutros, la humedad también fue un factor limitante en la biomasa microbiana, pues al aumentar la humedad aumentó el C biomásico.

La biomasa microbiana está relacionada con la dispo-

sición de materia orgánica y las concentraciones de N mineralizable en los suelos, debido a que la disponibilidad de nutrientes ayuda a una mayor adaptación de los microorganismos en los suelos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la universidad de La Guajira, los funcionarios del centro de investigación, a la decanatura de la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas y al Sistema Integral del Laboratorios SILAB, por el apoyo y por haber hecho posible el desarrollo del proyecto **ESTUDIO DE LA BIOMASA Y ACTIVIDAD MICROBIANA EN SUELOS DE MANGLAR EN EL DELTA DEL RÍO RANCHERÍA-BRAZO EL**

RIÍTO, LA GUAJIRA, COLOMBIA, en el marco del cual se realizó el presente trabajo: igualmente a los profesores Nelson Valero, José Salgado por su revisión

crítica del proyecto de investigación, Cristian Sánchez por su ayuda en la recolección de muestras.

REFERENCIAS

1. Holguin, G.; Vásquez, P. y Bashan, Y., (2001). The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. En *Biology and Fertility of Soils*. N° 33: 265-278
2. Sánchez, N.; Valencia, H.; Moreno, N.; Lozano, A.; Polanía, J. y Melgarejo, L., (2003). Producción de biofertilizantes a partir de microorganismos asociados al manglar. (Proyecto sin publicar). Universidad Nacional de Colombia
3. Lema, V. y Polanía, J., (2007). Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 55 (1): 11-21.
4. Castellanos, M. y Menjivar, J. (2011). Tensores edáficos de los manglares de La Guajira. En: *Tierra en el pensamiento, pequeñas acciones para medir la salud del planeta*. 1ed. Bogotá. D. C: Grupo de investigación territorios Semiáridos del Caribe, Universidad de La Guajira, pag 39 – 42.
5. González, E.; Sánchez, C.; Trujillo, N.; Dendoven, L. y Ramírez. (2006). Estudio preliminar de la actividad microbiana en suelos de manglar en la costa de Oaxaca. *Environmental Biotechnology and Engineering. Proceedings of the Second International Meeting on Environmental Biotechnology and Engineering (2IMEBE)*. 26-29 México City.
6. Sánchez, M.; Rojas, A.; Pérez, J.; Zúñiga, O. y Gascó, J., (2006). Actividad y biomasa microbianas como indicadores de materia orgánica en sistemas de cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Toro, Valle del Cauca, Colombia. *Acta agronómica colombiana* vol. 55(4): 7-12
7. Sánchez, L.; Paolini, J. y Paul, J., (2010). Dinámica de las propiedades del suelo en bosques de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) en Isla de Margarita, Venezuela. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 58 (2): 547-564.
8. López, A.; Castellanos, M. y Pitre, L., (2007). Caracterización microbiológica asociada al manglar del suelo asociado al manglar del delta del río ranchería, Riohacha La Guajira. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Suelos Ecuatoriales* 39 (1): 40 – 44
9. Polanía, J.; Orozco, C. y Ángel I., (2006). Delta del río Ranchería (La Guajira, Colombia): Caudal, salinidad y transporte de sólidos y su posible influencia sobre composición y estructura de los mangles. *Actual biol* 28 (84): 27 – 37.
10. Corredor, P., (2000). Estructura de la comunidad edáfica del género *Streptomyces* en bosques relictules y agroecosistemas del Quindío (Andes Colombianos). *Revista Universidad Nacional de Colombia, Colombia*
11. Instituto Geografico Agustín Codazzi., (2006). *Métodos analíticos del laboratorio de suelos*. Sesta edición. IGAC, Bogotá, Colombia. 22- 198
12. Anzalone, A y Lazo, J. (2002). Evolución del carbono de la biomasa microbiana en un suelo tratado con metribuzina y cultivado con papa (*Solanum tuberosum* L.). *Bioagro* 14 (2): 55-63.
13. Ruiz, O.; Aciego, J.; Rivero C. y Ampueda, J., (2011), Efecto de residuos de cultivo y fertilizantes químicos sobre el carbono y el nitrógeno de la biomasa microbiana en dos suelos venezolanos, Venezuela. 5 – 6
14. Walkley y Black, (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-37.
15. Islam, K. y Weil, R., 1998, Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biol. Fertil. Soils* 27: 408-416.
16. Montero Gómez, S P, (2008). Influencia de la aplicación de vinaza sobre la presencia, actividad y bio-

- masa microbiana del suelo en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays*). *Biol. Fertil. Soils* 20: 40-46.
17. Wieder, W.; Nemergut, D.; Bru, D.; Cleveland, C.; Hinckley, E.; Weintraub, S.; Taylor, P.; Philippot, L.; Martin, M. y Townsend, A., (2012). Experimental removal and addition of leaf litter inputs reduces nitrate production and loss in a lowland tropical forest. *Biogeochemistry*
 18. Bjorn, P; Shuler, C; Joergensen, G., (2007). Vineyard soils under organic and conventional management-microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. *Bio fertile soils* 5: 2-16
 19. Reyes Ortigoza-Amada Laura y Julián Morales- Juan Carlos, (2011). Efecto de la humedad y temperatura sobre la actividad enzimática en suelos de manglar en Chacahua Oaxaca, México.