Efecto del CTA-Humus® en la obtención de posturas de *Rhizophora mangle* para la rehabilitación de zonas degradadas por la minería

Effect of CTA-Humus® in obtaining *Rhizophora mangle* seedling for the rehabilitation of areas degraded by mining

Autores: Ing. Lín Miranda-Sotomayor¹, Dr.C. Pedro Posos-Ponce², MSc Javier Vera³. Ing. Gisel Álvarez-Rodríguez⁴

Organismo: Empresa Cubana de Suministros del Níquel, Moa, Holguín, Cuba¹ Universidad de Guadalajara, Jalisco. México² Colegio de postgraduados, Campeche, México³ Universidad de Guantánamo, Guantánamo, Cuba⁴

Email: lienms@esuni.co.cu

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de Efecto del CTA-Humus® en la obtención de posturas de *Rhizophora mangle* para la rehabilitación de zonas degradadas por la minería en Moa, Holguín, se realizó un ensayo en aisladores biológicos con la aplicación en el momento de la siembra de 0; 50; 75 y 100 L. ha⁻¹ de CTA-Humus®. Se evaluó la altura, diámetro del tallo, número de hojas, masa fresca y masa seca. A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, para un diseño aleatorizado. Se utilizó el Test de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95 % para separar las medias. Se concluyó que las dosis de 50 y 75 L. ha⁻¹ de CTA-Humus® ofrecen los valores más significativos en el crecimiento y desarrollo de la plántula de *Rhizophora mangle* en condiciones de vivero.

Palabras clave: *Rhizophora mangle*; CTA-Humus®; viveros.

Abstract

With the objective of evaluating the effect of different doses of CTA-Humus® Effect in obtaining *Rhizophora mangle* seedlings for the rehabilitation of areas degraded by mining in Moa, Holguín, a test was carried out in biological isolators with the application at the time of sowing of 0; 50; 75 and 100 L. ha⁻¹ of CTA-Humus®. Height, stem diameter, number of leaves, fresh mass and dry mass were evaluated. From the data obtained, an analysis of variance was performed for a randomized design. Duncan's Multiple Range Comparison Test was used for 95% to separate the means. It was concluded that the doses of 50 and 75 L. ha⁻¹ of CTA-Humus® offer the most significant values in the growth and development of the *Rhizophora mangle* seedling under nursery conditions.

Keywords: *Rhizophora mangle*; CTA-Humus®; nursery

Introducción

Las costas cubanas se caracterizan por presentar centenares de bahías y ensenadas, la costa norte tiene una extensión de 3 209 km y la sur, 2 537 km, mientras que la plataforma marina alcanza cerca de 70.000 Km². La naturaleza de las costas cubanas es muy variada, pero de forma general se identifican dos tipos fundamentales, las costas acumulativas biogénicas y las costas abrasivas, cársicas o rocosas. Las costas acumulativas pueden ser arenosas, conformando las playas, y las cenagosas, bajas y con esteros, con una mayor frecuencia y representatividad en archipiélago cubano, sobre todo en la costa sur (Menéndez *et al.*, 2006).

El ecosistema de manglar ocupa estas costas bajas donde el balance de los efectos de marea y los escurrimientos de agua dulce y nutrientes permiten su presencia, las áreas donde los bosques de mangles alcanzan mayor talla y exuberancia están localizadas alrededor de los principales ríos y cuencas del país, y reciben un mayor aporte de agua dulce, nutrientes y energía (Menéndez *et al.*, 2006).

El ecosistema de manglar tiene una gran importancia en la ecología y protección de las costas cubanas, y conocer su distribución, estado de salud y aspectos de su estructura y funcionamiento es indispensable para garantizar una adecuada gestión del mismo.

Los bosques de mangle cubanos están constituidos, fundamentalmente, por cuatro especies arbóreas, tres de las cuales son consideradas manglares verdaderos por las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que presentan al medio acuático salino donde se desarrollan. Estas especies son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), patabán (*Laguncularia racemosa*) y yana (*Conocarpus erectus*). Esta última se considera un pseudo mangle o especie periferal, por no poseer las adaptaciones típicas de las especies de mangle. Estas especies son fáciles de distinguir por sus características. La *Rhizophora mangle* dispone de raíces de zancudas que le permiten anclarse en los suelos lodosos anegados. Objetivo: evaluar el efecto de diferentes dosis de Cta-Humus® en la obtención de posturas de *Rhizophora mangle* L para la rehabilitación de áreas degradadas por la minería.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología del Instituto de Investigaciones Agroforestales, Tercer Frente, Santiago de Cuba, durante el período comprendido entre diciembre del 2020 a noviembre del 2021 a una temperatura de 27±12°C, humedad relativa 70 %. Fueron plantadas las semillas de *Rhizophora mangle* en en bolsas de polietileno de 20 cm de alto y 10 cm de ancho contentivas de suelo y materia orgánica de estiércol ovino en una proporción de 3:1. El producto se aplicó en las raíces a los 15 días de plantadas con el empleo de un microaspersor manual. Las dosis utilizadas son las indicadas por Químicas Meristem (2020).

Tratamientos y Diseño Experimental

Se utilizaron cuatro tratamientos que se replicaron cinco veces sobre un diseño completamente aleatorizado.

- ✓ T1- (Testigo) sin Aplicación
- ✓ T2- Aplicación de 50 L. ha⁻¹ de CTA-humus®
- ✓ T3- Aplicación de 75 L. ha⁻¹ de CTA-humus®

- ✓ T4- Aplicación de 100 L. ha⁻¹ de CTA-humus®

Se efectuó una sola aplicación en la bolsa en el momento de la siembra.

Variables evaluadas

Variables de crecimiento: Estas fueron medidas a los 20, 40, 60 días después del trasplante tomando para la selección de los datos un total de 20 plantas por réplica.

- ✓ Altura de la plántula (cm): se midió con una cinta métrica desde la base del tallo a ras de tierra, hasta el extremo de la ramificación principal.
- ✓ Número de hojas (U): se contaron las hojas emitidas por las plantas en los diferentes momentos de medición.
- ✓ Masa fresca total (g): se pesaron 10 submuestras por tratamientos.
- ✓ Masa seca total (g): se pesaron 10 submuestras por tratamientos secadas a 70 °C durante una semana.

Análisis estadístico

A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, para el modelo matemático correspondiente a un diseño de bloques al azar. Se utilizó el Test de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95 % para separar las medias (Duncan, 1995). Con vista a llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utilizó el paquete STATGRAPHICS PLUS versión 5.0.

Resultados y discusión

Altura de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero

En la respuesta altura de las plantas (Tabla 1), se encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos estimulados son superiores a los 120 días con relación al testigo, observando que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 100 L. ha⁻¹ de CTA- Humus® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los diferentes momentos de medición.

Tabla 1. Altura de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero

Altura de las plántulas	60 días	90 días	120 días
	Media	Media	Media
T1- (Testigo) sin Aplicación	23, 2a	34,8b	47,2b
T2- Aplicación de 50 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	23, 4a	34,4b	47,4b
T3- Aplicación de 75 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	22, 6a	44, 6a	58, 5a
T4- Aplicación de 100 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	23, 7a	45, 3a	59, 5a
EEx	NS	2,348	1,096

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

Las sustancias húmicas en el suelo contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo (bacterias, hongos y actinomicetos), lo cual resulta en mejores condiciones para el establecimiento de las raíces y consecuentemente de la planta. Asimismo, incrementan la capacidad de retención de humedad, aumentan la capacidad de intercambio iónico, elevan la disponibilidad de micronutrientes por medio de la quelatación, contribuyen en la formación de la estructura granular, auxilian en la degradación o inactivación de sustancias tóxicas, mejora la capacidad amortiguadora del suelo en el pH en las sales, entre otros efectos (Almendros *et al.*, 2007).

Número de hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero.

En la respuesta altura de las plantas (Tabla 2), se encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos estimulados son superiores a los 120 días con relación al testigo, observando que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 100 L.ha⁻¹ de CTA- Humus® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los diferentes momentos de medición.

Tabla 2. Número de hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero.

Número de hojas	60 días	90 días	120 días
	Media	Media	Media
T1- (Testigo) sin Aplicación	3,2	4,8	7,2
T2- Aplicación de 50 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	3,4	4,4	7,4
T3- Aplicación de 75 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	3,6	4,6	7,5
T4- Aplicación de 100 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	3,7	5,3	7,5
EEx	NS	NS	NS

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

Las sustancias húmicas pueden ser absorbidas por las plantas y semillas e intervenir en su metabolismo. Esto favorece la germinación de las semillas, el crecimiento radical, la absorción nutrimental. Los residuos orgánicos, vegetales y animales, manejados o depositados en diferentes ambientes, tales como suelo, compostas, biodigestores, turberas, pantanos, carbones, se ven sometidos a un proceso de transformación esencialmente microbiana (Wershaw *et al.*, 2007).

Este proceso consta fundamentalmente de dos vías, la mineralización y la humificación. La mineralización consiste en el paso de los nutrientes de sus formas orgánicas a formas inorgánicas aprovechables por los cultivos. Un ejemplo de lo anterior es el nitrógeno, el cual puede estar en forma de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, etc., en los residuos orgánicos, compuestos que son consumidos por los microorganismos como fuente energética, liberando amonio como subproducto. La humificación es el conjunto de reacciones que conducen a la formación de sustancias húmicas (Wershaw *et al.*, 2007).

Masa fresca y seca de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero.

En la respuesta altura de las plantas (Tabla 3), se encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos estimulados son superiores a los 120 días con relación al testigo, observando que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 100 L. ha⁻¹ de CTA- Humus® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los diferentes momentos de medición.

Tabla 3. Masa fresca y seca de las plántulas de *Rhizophora mangle* en tres momentos de la fase de vivero.

120 días	Masa fresca	Masa seca
	Media (g)	Media (g)
T1- (Testigo) sin Aplicación	303,2c	44,8c
T2- Aplicación de 50 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	313,4c	40,4c
T3- Aplicación de 75 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	402,6b	64,6b
T4- Aplicación de 100 L. ha ⁻¹ de CTA-humus®	463, 7a	75, 3a
EEx	4,231	1,073

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

En general, las sustancias húmicas de enmiendas orgánicas compostadas difieren de las sustancias húmicas del suelo por su bajo contenido en grupos funcionales conteniendo oxígeno, de dominio alifático importante, baja intensidad de color (pobre aromaticidad, baja concentración de radicales libre estables), alta hidrolizabilidad (> 50 %) con la presencia de lípidos, proteínas y carbohidratos acompañándolas (Almendros y Dorado, 2005).

En el caso de las sustancias húmicas derivadas de los residuos lignocelulósicos el patrón de lignina es evidente, considerando que en las sustancias húmicas de residuos urbanos la firma alifática es característica, principalmente estructuras álcali (ácidos grasos, alcanos) (Wong, 2003; Salinas *et al.*, 2014).

En general, la biodegradabilidad, esto es, la estabilidad frente a la acción microbiana o el ataque enzimático, es comparable a la susceptibilidad contra la degradación química y térmica en laboratorio, por lo que las técnicas destructivas tienen un interés adicional en pronosticar la estabilidad de la materia orgánica en los suelos, la resistencia del suelo y el funcionamiento de los procesos de secuestro de carbono del suelo (Wong, 2003).

Las sustancias húmicas tienen enormes efectos en la fertilidad del suelo. Mejoran la actividad microbiana, con lo cual se incrementa la producción de sustancias que ayudan en la formación de la estructura del suelo o pertenecen a los reguladores del crecimiento de las plantas; incrementan la capacidad de retención de humedad (Salinas *et al.*, 2014).

Conclusiones

La aplicación de Cta-Humus® fue determinante en el crecimiento y vigor de las posturas de *Rhizophora mangle*, representadas en las variables fisiológicas evaluadas.

El estudio determinó que de las variantes estudiadas la aplicación de Cta-Humus® de 75 y 100L.ha⁻¹ son las más efectiva en la obtención de posturas de alta calidad de *Rhizophora mangle* representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas.

Referencias bibliográficas

- Ericksen J.A., Gustin M.S., Schorran D.E., Johnson D.W., Lindberg S.E. y Coleman J.S. (2003). Accumulation of atmospheric mercury in forest foliage. *Atmos. Environ.* 37 (12), 1613-1622. DOI: 10.1016/S1352-2310(03)00008-6 [Links]
- González-Mendoza D., Gimaldo O. y Cervantes L. (2008). Los elementos potencialmente tóxicos en las plantas de manglar: una revisión de los mecanismos de tolerancia involucrados. *Rev. Cien. Tec. América* 33 (11), 817-820. [Links]
- Latorre S. y Farrell K. (2014). The disruption of ancestral peoples in Ecuador's mangrove ecosystem: Class and ethnic differentiation within a changing political context. *Latin American and Caribbean Ethnic Studies* 9 (3), 293-317. DOI: 10.1080/17442222.2014.959777 [Links]
- MacFarlane G., Koller C. y Blomberg S. (2007). Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves: A synthesis of field-based studies. *Chemosphere* 69 (9), 1454-1464. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2007.04.059 [Links]
- Marchand C., Lallier-Vergès E., Baltzer F., Albéric P., Cossa D. y Baillif P. (2006). Heavy metals distribution in mangrove sediments along the mobile coastline of French Guiana. *Mar. Chem.* 98 (1), 1-17. DOI: 10.1016/j.marchem.2005.06.001 [Links]
- Marín A., González V., Lapo B., Molina E. y Lemus M. (2016). Niveles de mercurio en sedimentos superficiales en tres localidades de la provincia de El Oro. *Gayana* 8 (2), 147-153. DOI: 10.4067/S0717-65382016000200147 [Links]
- Moreno-Jiménez E., Gamarra R., Carpena-Ruiz R.O., Millán R., Peñalosa J.M. y Esteban E. (2006). Mercury bioaccumulation and phytotoxicity in two wild plant species of Almadén area. *Chemosphere* 63 (11), 1969-1973. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2005.09.043 [Links]
- Murillo R. (2000). Zaruma, historia minera identidad en Portovelo. Abya-Yala, Quito, Ecuador, 181 pp. [Links]
- Nagelkerken I., Blaber S., Bouillon S., Verde P., Haywood M., Kirton L., Meynecke J., Pawlik J., Penrose H., Sasekumar A. y Somerfield P. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna. *Aquatic Botany* 89, 155-185. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.007 [Links]
- Paredes F., Millano J. y Guevara E. (2008). Análisis espacial de las sequías meteorológicas en la región de Los Llanos de Venezuela durante el período 1961-1996. *Revista Climatología* 8 (1), 15-27. [Links]
- Posada M. y Arroyave M. (2006). Efectos del Hg sobre algunas plantas acuáticas tropicales. *Rev. EIA Esc. Ing. Antioq.* 6, 57-67. [Links]
- SENPLADES (2013). Plan Nacional Buen Vivir. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Quito, Ecuador, 674 pp. [Links]
- Thangaradjou T., Subhashini P., Red S., Dilipan E. y Boyfriend E. (2014). Evidences for heavy metal contamination in surface sediments of seagrass ecosystem of Lakshadweep archipelago, India. *Environ. Earth Sci.* 71 (3), 1135-1146. DOI: 10.1007/s12665-013-2517-6 [Links]
- Velásquez-López P.C., Veiga M.M. y Hall K. (2010). Mercury balance in amalgamation in artisanal and small-scale gold mining: Identifying strategies for reducing environmental pollution in Portovelo-Zaruma, Ecuador. *J. Cleaner Product.* 18 (3), 226-232. DOI: 10.1016/j.jclepro.2009.10.010 [Links]

- Walsh G.E., Ainsworth K.A. y Rigby R. (1979). Resistance of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings to lead, cadmium, and mercury. *Biotropica* 11 (1), 22-27. DOI: 10.2307/2388167 [Links]
- Wang'ondou V.W., Bosire J.O., Kairo J.G., Kinyamario J.I., Mwaura F.B., Dahdouh-Guebas F. y Koedam N. (2014). Litter fall dynamics of restored mangroves (*Rhizophora mucronata* Lamk. and *Sonneratia alba* Sm.) in Kenya. *Rest. Ecology* 22 (6), 824-831. DOI: 10.1111/rec.12149 [Links]
- Zhou Y., Peng Y., Li X. y Chen G. (2011). Accumulation and partitioning of heavy metals in mangrove rhizosphere sediments. *Environ. Earth Sci.* 64 (3), 799-807. DOI: 10.1007/s12665-011-0904-4 [Links]

Fecha de recibido: 7 nov. 2020

Fecha de aprobado: 20 ene. 2021