



## **RETENCIÓN MEDIA DE CARBONO EN VEGETACIÓN COSTERA: FLORA EN PLAYAS CUBANAS<sup>1</sup>**

**Niurka PEDRO SILVA**  
Inversiones GAMMA, S.A. (Cuba)  
niurka.pedro@gmail.com

**Ana MARTELL GARCÍA**  
Instituto de Ecología y Sistemática  
de la Agencia de Medio Ambiente (Cuba)  
Ana.martell@ecologia.cu

**Hermen FERRA ÁLVAREZ**  
Instituto de Ecología y Sistemática  
de la Agencia de Medio Ambiente (Cuba)

Recibido: 25 de septiembre del 2017  
Enviado a evaluar: 16 de octubre del 2017  
Aceptado: 10 de mayo del 2019

### **RESUMEN**

Se cuantificó la Retención Media de Carbono en la cobertura vegetal de las dunas en cuatro sectores de las playas de Este de La Habana. Se realizó un muestreo de especies vegetales en cada playa. La muestra se separó en: biomasa viva, biomasa muerta en pie y hojarasca. Se procesó en laboratorio donde se determinó la retención de carbono por componente y playas, luego de identificarse las especies. Se comprobó que los resultados procedían de una distribución normal para un 95% de confianza. Con medidas de tendencia central se derivó la retención media de carbono en la vegetación. Se eligió el resultado de la mediana, igual a 7.12 toneladas de carbono por hectárea, adecuado para evaluar la captura de dióxido de carbono en proyectos de recuperación de playas y orientar la toma de decisión para el fomento de la vegetación costera. Se recomendó continuar la experiencia en otras provincias.

**Palabras claves:** Vegetación, captura de carbono, playas, Habana y Cuba.

---

<sup>1</sup> Esta investigación se sufragó con el fondo de desarrollo de "INVERSIONES GAMMA S.A."

## **MEDIUM CARBON RETENTION IN COASTAL VEGETATION: FLORA IN CUBAN BEACHES**

### **ABSTRACT**

Average Carbon Retention was quantified in the vegetation cover of the dunes, in four sectors of the beaches in the eastern of Havana. Sampling of plant species was carried out on each beach. The sample was separated in: living biomass, dead biomass and fallen leaves. It was processed in a laboratory where the carbon retention by component and beaches was determined, after species identification. The results were found to be from a normal distribution for 95% confidence. With measures of central tendency, the average retention of carbon in the vegetation was derived. The median result, equal to 7.12 tonnes of carbon per hectare, was chosen to assess the carbon dioxide capture in beach nourishment projects and guide decision making for coastal vegetation development. It was recommended to continue the experience in other provinces.

**Keywords:** Vegetation, carbon capture, beaches, Havana and Cuba.

## **RETENTION MOYENNE DU CARBONE DANS LA VEGETATION CÔTIÈRE: FLORE DANS LES PLAGES CUBANES**

### **RÉSUMÉ**

La conservation moyenne du carbone a été quantifiée dans la couverture végétale des dunes, dans quatre secteurs des plages d'Est de La Havane. L'échantillonnage des espèces de plantes a été effectué sur chaque plage. L'échantillon a été séparé en: la biomasse vivante, la biomasse morte et la litière de feuilles couvrant le sol. Il a été traité dans un laboratoire où la rétention de carbone par composante et plage a été déterminée, après identification des espèces. Les résultats ont été obtenus à partir d'une distribution normale pour une confiance de 95%. Avec des mesures de tendance centrale, la rétention moyenne de carbone dans la végétation a été dérivée. Le résultat médian, égal à 7,12 tonnes de carbone par hectare, a été choisi pour évaluer la capture du dioxyde de carbone dans les projets de récupération de la plage et orienter la prise de décision pour le développement de la végétation côtière. Il a été recommandé de poursuivre l'expérience dans d'autres provinces.

**Mots-clés:** Végétation, capture de carbone, les plages, La Havane et Cuba.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La restauración de las dunas en las playas es una acción que se acomete, para atenuar la erosión de las playas, efecto de la elevación del nivel medio del mar y de la intensidad de eventos hidrometeorológicos. En esta acción se reconfirma la morfología de la duna y se restablece la cobertura vegetal natural del ecosistema. La siembra de vegetación posibilita; detener la erosión eólica, devolver al ecosistema parte de la flora y aumentar la resiliencia de las dunas ante los cambios asociados a los efectos del cambio climático (Álvarez A., 2012).

La restauración de la flora de las dunas se concibe en los proyectos de inversión en recuperación de playas en Cuba. Para orientar la toma de decisión del fomento de la vegetación costera, se pretende registrar el "incremento" de la absorción de carbono por la vegetación sembrada. La

deducción requiere combinar el área de siembra con la Retención Media Carbono (RMC) de las especies vegetales que se planten. El área es un dato registrado en los proyectos ejecutivos para la recuperación de playas. No se poseen referencias de la RMC por hectárea del herbazal que cubre las dunas, lo que solicitó un análisis.

Se diseñó un muestreo a partir de que podrían existir diferencias en la retención de carbono en la cobertura vegetal, en dependencia de tratarse de áreas rehabilitadas o naturales. Los puntos de colecta se ubicaron en sitios cuyas arenas se estudiaron con anterioridad. La colecta de la muestra se planeó mediante; la separación en componentes, la clasificación de las especies y el análisis de la retención de carbono de la flora. Los resultados obtenidos posibilitaron cuantificar la Retención Media de Carbono, en la vegetación de las dunas costeras.

## 2. LOCALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

### 2.1. MUESTREO DE LA FLORA DUNAR

El estudio de los compuestos del ciclo de carbono en las playas se continuó con el muestreo de la vegetación dunar. Se retornó a sitios elegidos, con base en la información histórica del programa de monitoreo que inició el Instituto de Oceanología (IDO) en noviembre de 1981 (figura 1). A lo largo de la costa se muestrearon áreas rehabilitadas y naturales, con densidades de cobertura vegetal diferentes (Pedro, N., 2017).

Figura 1. Sitios de muestreo.



Fuente: Elaboración propia.

Para la recolección de la biomasa se utilizó un marco de 50X50 cm (0.25 m<sup>2</sup>), Figura 2. Las plantas delimitadas dentro del marco se cortaron al ras del suelo con ayuda de tijeras. En cada punto de muestreo, se separaron en bolsas con los siguientes componentes: biomasa viva, biomasa muerta en pie y hojarasca (Figura 2). Las bolsas se identificaron con los respectivos

puntos de muestreo (pre-duna, cima y post-duna), y se trasladaron al laboratorio para su análisis.

Figura 2. Colecta de la muestra en la pre-duna de Boca Ciega.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Separación, empaque y marca de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

## **2.2. DETERMINACIÓN DEL CARBONO RETENIDO POR LA MUESTRA**

El carbono retenido por la biomasa aérea se analizó en el laboratorio. Las muestras se secaron en estufa por 24 horas a 70 °C. A continuación se les determinó el peso de la biomasa seca de cada componente. El contenido de carbono en las muestras de biomasa se estimó como el 45% del peso de masa seca (Olson et al., 1983, Wang et al., 1999). El peso se relacionó con el área de la muestra y se expresó en toneladas por hectárea (t/ha).

La determinación del carbono retenido en la biomasa subterránea se dificultó porque la poca agregación de la arena imposibilitó la extracción de los monolitos cilíndricos de 50 mm de diámetro por 10 cm de profundidad, comúnmente utilizados para el componente subterráneo. Para evitar la remoción de las raíces, se realizó una búsqueda bibliográfica. Esta facilitó una razón entre 0.8 y 0.85 de la biomasa subterránea respecto a la biomasa aérea, para las tres especies que más aportaron: (*Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Panicum amarum*) (Martínez y Moreno-Casasola, 1996; Shafer, 2010).

## **2.3. ESTIMACIÓN DE LA RETENCIÓN MEDIA DE CARBONO**

Los resultados de la RMC fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS Centurion (StatPoint, Inc 2006). En el menú clásico, se calcularon los estadígrafos: recuento, promedio, mediana, media geométrica, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar, mínimo, máximo, sesgo estandarizado, curtosis estandarizada. Se analizó la procedencia normal de los resultados con los intervalos de confianza para un 95% de: sesgo estandarizado, curtosis estandarizada, media y desviación estándar. Se confirmó con el gráfico de probabilidad normal. Como medida de la RCM, se seleccionó el valor de la mediana por quedar en el centro de los resultados.

## **3. FLORA DUNAR Y RETENCIÓN MEDIA DE CARBONO**

### **3.1. ESPECIES IDENTIFICADAS**

Se colectaron 10 muestras, cuya biomasa pertenece a las siguientes especies:

Tabla 1. Lista de especies vegetales identificadas en las dunas

1. *Panicum amarum* Ell. (Poaceae)
2. *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. **Boniato de Costa**, (Convolvulaceae)
3. *Canavalia rosea* (Sw.) DC. **Frijol de playa**, (Fabaceae)
4. *Suriana marítima* L. (Surianaceae)
5. *Bidens alba* (L.) DC. **Romerillo**, (Asteraceae)
6. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. **Gramma**, (Poaceae)
7. *Wedelia trilobata* (L.) Hitch **Romero de costa**, (Asteraceae)

Fuente: Elaboración propia.

Las cuatro primeras son especies típicas de las dunas, las tres restantes son malas hierbas presentes en gran variedad de ecosistemas, aunque *W. trilobata* suele ser más común en hábitats costeros.

### 3.2. CARBONO RETENIDO POR LA MUESTRA

Boca Ciega presenta una duna conservada. En la pre-duna y cima predomina *I. pes-caprae* y *C. rosea*, en la post-duna, además de las dos anteriores señaladas es abundante *P. amarum*.

Tabla 2. Retención de carbono en las dunas de Boca Ciega (t/ha)

	Biomasa verde	Biomasa seca en pie	Hojarasca	Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Total
Pre-duna	3.85	1.84	1.50	7.20	4.55	11.75
Cima	1.61	0.98	1.55	4.14	2.07	6.21
Post-duna	8.35	1.94	1.43	11.72	8.03	19.96
<b>Promedio</b>	<b>4.60</b>	<b>1.59</b>	<b>1.50</b>	<b>7.69</b>	<b>4.95</b>	<b>12.64</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los resultado presentados en la Tabla 2, muestran que en la duna alta bien conservada, la retención de carbono por la vegetación es mayor, de 12.64 t/ha, sobre todo en la post-duna 19.96 t/ha, debido a que la acción protectora contra el viento, disminuye significativamente el arrastre de arena y la evapotranspiración.

Mi Cayito, presenta una duna alta más impactada que la anterior. La pre-duna está erosionada por un evento fuerte de oleaje, que acompañó la entrada de un frente frío. En esta muestra encontramos *S. marítima*. En cima es bastante abundante *B. alba* y en la post-duna, además de esta se encuentra el *C. dactylon*.

Tabla 3. Retención de carbono en las dunas de Mi Cayito (t/ha).

	Biomasa verde	Biomasa seca en pie	Hojarasca	Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Total
Pre-duna	6.00	0.00	0.00	6.00	4.80	10.81
Cima	3.05	0.73	2.32	6.10	3.02	9.12
Post-duna	1.19	2.25	1.25	4.69	2.75	7.44
<b>Promedio</b>	<b>3.41</b>	<b>1.00</b>	<b>1.19</b>	<b>5.60</b>	<b>3.53</b>	<b>9.13</b>

Fuente: Elaboración propia.

Aunque Mi Cayito cuenta con dunas altas, estas fueron afectadas por marejadas que erosionaron la pre-duna y en la zona de la post-duna y cima se observó la presencia de especies invasoras (*C. dactylon*, y *B. alba*), que podrían alterar la dinámica natural de las dunas.

Tropicoco, presenta una duna no muy alta, pero de gran anchura, con distribución más uniforme de la vegetación.

Tabla 4. Retención de carbono en las dunas de Tropicoco (t/ha).

	Biomasa verde	Biomasa seca en pie	Hojarasca	Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Total
Pre-duna	3.14	0.16	0.84	4.14	2.64	6.79
Cima	2.60	0.60	0.93	4.12	2.56	6.68
Post-duna	2.26	0.41	1.09	3.76	2.13	5.89
<b>Promedio</b>	<b>2.67</b>	<b>0.39</b>	<b>0.95</b>	<b>4.01</b>	<b>2.44</b>	<b>6.45</b>

Fuente: Elaboración propia.

Debido a las características mencionadas, la composición florística como de la biomasa en Tropicoco es más homogénea a través del perfil que en las anteriores playas. La causa fundamental es la acción más pareja del viento sobre ella. Entre septiembre y octubre de 2015, una plaga dañó fuertemente a la *C. rosea*, lo que se manifiesta en la distribución actual de la biomasa. Se observó una recuperación significativa ocurrida de forma natural a partir los bancos de semillas existentes.

Tabla 5. Retención de carbono en las dunas del Mégano (t/ha)

	Biomasa verde	Biomasa seca en pie	Hojarasca	Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Total
Cima	0.24	0.04	0.00	0.28	0.22	0.51

Fuente: Elaboración propia.

Mégano, presenta la duna fuertemente impactada, la vegetación es muy pobre sólo pudo colectarse en una parcela en la que empieza un proceso de restablecimiento. La muestra fue tomada en un lugar donde debió estar situada la cima de la duna.

### 3.4. MEDIDA DE LA RETENCIÓN MEDIA DE CARBONO

La variable analizada es Carbono total. Es el resultado de la suma del carbono retenido por la Biomasa aérea (biomasa verde, biomasa seca en pie y hojarasca) y el estimado por la Biomasa subterránea. La unidad de expresión de los resultados es toneladas por hectáreas (t/ha). Se consideraron 10 valores comprendidos entre 0.51 a 19.96. El procedimiento diseñado resumió una sola muestra de datos. Se calcularon varios estadísticos y se generó una figura. El procedimiento incluyó los intervalos de confianza.

Tabla 6. Resumen Estadístico para Carbono total

Recuento	10
Promedio	8.516
Mediana	7.115
Media Geométrica	6.55091
Desviación Estándar	5.06479
Coefficiente de Variación	59.4738%
Error Estándar	1.60163
Mínimo	0.51
Máximo	19.96
Sesgo Estandarizado	1.36461
Curtosis Estandarizada	1.80099

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla 6, se muestran los estadísticos de resumen para Carbono total. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar. En este caso, el valor del sesgo estandarizado se

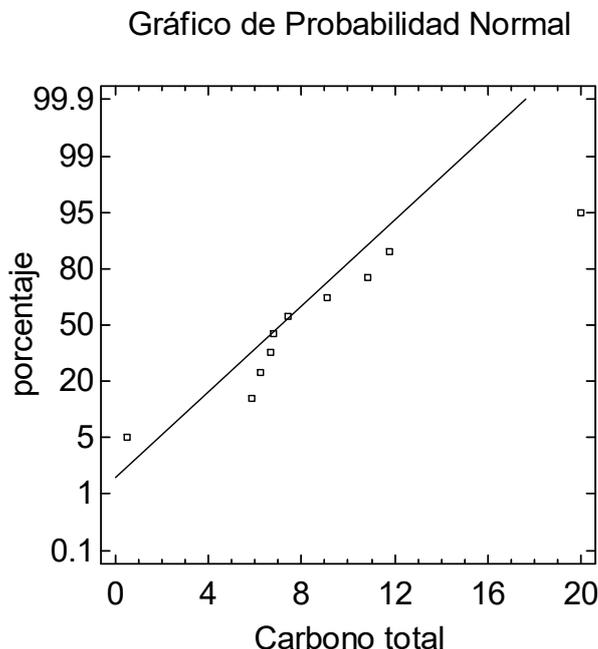
encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

### 3.5. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA CARBONO TOTAL

El intervalo de confianza del 95.0% para la media es [4.89286, 12.1391]. Quiere decir que el valor 8.516 está dentro del intervalo con +/- 3.62314. El intervalo de confianza del 95.0% para la desviación estándar es [3.48374, 9.24632]. La interpretación clásica de estos intervalos es que, en muestreos repetidos, estos intervalos contendrán la media verdadera o la desviación estándar verdadera de la población de la que fueron extraídas las muestras, el 95.0% de las veces. En términos prácticos, puede establecerse con 95.0% de confianza, que la media verdadera de Carbono total se encuentra en algún lugar entre 4.89286 y 12.1391, en tanto que la desviación estándar verdadera está en algún lugar entre 3.48374 y 9.24632.

Ambos intervalos asumen que la población de la cual proviene la muestra puede representarse por la distribución normal. El intervalo de confianza para la media es bastante robusto y no muy sensible a violaciones de este supuesto. Los intervalos de confianza para la desviación estándar son muy sensibles. Si los datos no provienen de una distribución normal, el intervalo para la desviación estándar puede ser incorrecto.

Figura 5. Gráfico de probabilidad normal



Fuente: Elaboración propia.

Se confirmó la procedencia de los datos mediante el Gráfico de Probabilidad Normal. En la figura 5, se muestra la tendencia normal de los resultados obtenidos.

#### 4. CONCLUSIONES

La Retención Media de Carbono en la vegetación de las dunas costeras cubanas se cuantificó en 7.12 t/ha, correspondiente con la mediana de la muestra. Esta tasa es adecuada para evaluar la captura de dióxido de carbono en proyectos de recuperación de playas y orientar la toma de decisión para el fomento de la vegetación costera.

#### 5. RECOMENDACIONES

Repetir la experiencia en otras provincias para mejorar la tasa de Retención Media de Carbono en la vegetación costera.

#### 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ A. (2012); *Guía metodológica para la restauración de la vegetación sobre las dunas costeras: Caso Playas del Este, La Habana*. Delegación CITMA-CH e "INVERSIONES GAMMA S.A."41-p.
- INAF (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES) (2013). *Registro de Carbono 2013. Sector forestal*. Ministerio de la Agricultura de Cuba, 2014 63-p.
- MARTÍNEZ, M.L. AND MORENO-CASASOLA, P. (1996); *Effects of Burialby San don SeedlingGrowth and Survival in Six Tropical SandDuneSpeciesfromtheGulf of México*. *Journal of CoastResearch* 12 (2). 406-419.
- MIRANDA, T., MACHADO R.,MACHADO H. Y DUQUESNE P. (2007); *Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso.Pastosy Forrajes* 30 (4) 2007: 483-491, [en línea].Consultado.Disponible
- OLSON, JS., WATTS, J.A. y ALLISON, L.J. (1983); *Carbon in live vegetation of major world ecosystem*.Oak Ridge National Laboratory.Oak Ridge, pp50-51.
- PEDRO, N. (2017); *Modelación de densidad aparente y retención de carbono: Arenas carbonatadas en playas cubanas*. M+A Revis. Elect. de Medioambiente. 18 (1) 2017: 49-61, [en línea]. Consultado 5/8/2017, Disponible en <http://dx.doi.org/10.5209/MARE.56823>.
- WANG SQ, ZHOU CH, LOU CW (1999); *Studying carbon storage spatial distribution of terrestrial natural vegetation in China*. *ProgGeogr* 18:238-244.

#### AGRADECIMIENTOS

Se reconoce a Adrián Gómez Armenteros, por su preocupación por el desarrollo científico y tecnológico. A José Rodríguez Álvarez, Especialista Comercial del Instituto de Ecología y Sistemática por su profesionalidad en la organización del Servicio Científico Técnico. A Ada Teja por la revisión y traducción del resumen.