

VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DIVERSIDAD EN LA VEGETACIÓN DE COSTA ARENOSA DE LOS CAYOS GRANDE, ANCLITAS Y CAGUAMAS, ARCHIPIÉLAGO DE LOS JARDINES DE LA REINA, CUBA

SPATIAL VARIATIONS IN VEGETATION DIVERSITY OF SANDY COAST OF THE GRANDE, ANCLITAS AND CAGUAMAS CAYS, ARCHIPELAGO OF JARDINES DE LA REINA, CUBA

Carlos J. Acevedo Rodríguez^{1*} y Luis Roberto González-Torres²

¹Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC), Cayo Coco, Ciego de Ávila. 69400 Cuba. ²Jardín Botánico Nacional, Carretera “El Rocío” km 3½, Calabazar. Boyeros. Ciudad de La Habana. 19230 Cuba

*Autor de correspondencia: carlos@ciec.fica.inf.cu

Fecha de recepción: 14 de enero de 2013 - Fecha de aceptado: 20 de julio de 2013

RESUMEN. Las costas arenosas son considerados ecosistemas extremos, donde la vegetación está adaptada a soportar varios factores estresantes (salinidad del sustrato, bajo contenido de nutrientes e inundaciones esporádicas, entre otros), los cuales mayormente están establecidos a partir de la influencia marina. Durante abril y octubre de 2010 se realizaron muestreos en la vegetación de costa arenosa en los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, Cuba, con la finalidad de determinar las variaciones espaciales de la diversidad vegetal. En cada cayo se trazaron 20 parcelas con dimensiones de 2 x 2 m, las cuales se distribuyeron al azar. En dichas unidades de muestro, fueron medidas la riqueza de especies, número de individuos, cobertura, distancia a la línea de costa de las parcelas, altura de la duna y granulometría del sustrato. La flora vascular de las localidades estudiadas estuvo representada por 21 especies, agrupadas en igual número de géneros y en 11 familias, siendo Caguamas el cayo de mayor riqueza. La riqueza media de especies observadas no mostró diferencias significativas entre localidades, sin embargo, el número de individuos fue mayor en Anclitas. Por su parte, la cobertura vegetal fue elevada en Anclitas y Caguamas, lo cual determinó la fisonomía cerrada de la vegetación. La distancia a la línea de costa influyó en la riqueza de los cayos Grande y Anclitas, y sobre el número de individuos en cayo Grande. De igual forma, la altura de la duna se relacionó con la cobertura vegetal, ligada a la estabilidad del sustrato.

Palabras clave: cayos, costas, diversidad, dunas, vegetación.

ABSTRACT. Sandy coasts are extreme ecosystems, where vegetation is adapted to various stresses (salinity of the substrate, low nutrient and sporadic floods, etc.), which are mostly the result of the marine influence. During April and October 2010, we sampled the vegetation of sandy shorelines on Grande, Anclitas and Caguamas Cays, Cuba, in order to determine the spatial variations of plant diversity. On each cay, twenty plots (2 x 2 m) were randomly distributed. In these plots, we measured species richness, number of individuals, coverage, distance to the shoreline, dune height and particle size of the substrate. The vascular flora was represented by twenty-one species, twenty-one genera and eleven families. Caguamas Cay was the richest. The average richness of species observed showed no significant difference between locations; however, the number of individuals was higher in Anclitas Cay. The vegetation cover was high in Anclitas and Caguamas Cays, which determined the closed structure of the vegetation. The distance to the shoreline influenced the richness of the Anclitas and Grande Cays and the number of individuals in Grande Cay. The height of the dune was related to vegetation cover, which was linked to the stability of the substrate.

Key words: cays, coasts, diversity, dune, vegetation.

INTRODUCCIÓN

Las dunas costeras están constituidas por grandes acumulaciones de arena con forma, tamaño y orientación particular para cada zona (Moreno-Casasola, 1982). Éstas se pueden clasificar de acuerdo con su topografía, cobertura

de la vegetación, edad, movilidad, material que las forman y génesis (Moreno-Casasola, 1986; Hellemaa, 1999). Independientemente de la zona geográfica o climática donde se desarrollen los sistemas dunares, éstos presentan un conjunto de características ambientales derivadas de su conexión con el mar. Entre dichas características se

destacan: fuertes vientos, acumulación y erosión de la arena, movilidad del sustrato, presencia de agua, aspersión o dispersión de suelos salinos, inundaciones, estrés hídrico, sustratos muy permeables de granos gruesos y pobreza en nutrientes (Hesp, 1991; Kumler, 1997; Randall y Scott, 1997).

La mayoría de los autores consideran que en las costas arenosas existe un gradiente de factores físicos, entre los que están la aspersión salina, humedad, cantidad de nutrientes, movilidad y pH del sustrato, los cuales determinan una zonación en la distribución de las especies de plantas (Moreno-Casasola, 1982). La aspersión salina y las inundaciones esporádicas por agua de mar pueden contribuir al incremento del contenido de sales en el sustrato arenoso. Como consecuencia de lluvias intensas, dicho contenido disminuye y puede llegar a ser menor del 1% (Barbour *et al.*, 1985). Por su parte, Moreno-Casasola (1982) considera la aspersión salina dentro del grupo de factores físicos que influyen en la zonación de la vegetación de dunas costeras, contribuyendo ésta en la incorporación de nutrientes al ecosistema (Williams, 2007).

Gran parte de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas en las dunas costeras están contenidos en el agua de mar. Los nutrientes llegan a la playa y a la duna mediante la aspersión salina y las mareas, sumándose también a éstos los aportados por el viento, lluvia y niebla, los cuales se pierden de forma muy rápida debido a la lixiviación de los mismos hacia capas más profundas del suelo, poco accesibles para las plantas que habitan en este ecosistema (Hesp, 1991).

Por otra parte, la interacción de microorganismos con las plantas permite mantener el nivel de nutrientes en la arena, además de promover la agregación de los granos de arena, evitando así la erosión producida por el viento e incrementando la humedad del sustrato (González *et al.*, 1995).

El archipiélago de los Jardines de la Reina en Cuba, está constituido por cayos que presentan unidades de paisajes de poco desarrollo evolutivo, de extensiones relativamente pequeñas y de gran fragilidad natural, al estar sometidos a condiciones físico geográficas extremas (fuertes vientos, oleajes, alta evaporación, salinidad, sequedad estacional e intenso hidromorfismo) (González de Zayas *et al.*, 2006).

La vegetación de costa arenosa es una de las comunidades vegetales que tipifica a los cayos del área de estudio constituida por alta riqueza florística y bajo endemismo

(Gómez, 1999). Esta comunidad es el hábitat de muchos vertebrados terrestres, como son: *Ameiva anberii galbiceps* (“correcoستا”), *Cyclura nubila nubila* (“iguana”) y *Leiocephalus carinatus cayensis* (“perrito de costa”), entre otras. Estas subespecies son nativas de Cuba o de algunos cayos del archipiélago (Gómez, 1999).

En la actualidad, gran parte del archipiélago forma parte del Parque Nacional Jardines de la Reina, por lo que es necesario conocer la composición, estructura y funcionamiento de su biodiversidad, lo cual posibilitará contar con mayor cantidad de elementos de juicio para la mejor toma de decisiones en cuanto a su uso y conservación. Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio tiene como objetivos el caracterizar y comparar la vegetación de costa arenosa de los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, archipiélago de los Jardines de la Reina en función de la composición, riqueza de especie, número de individuos y cobertura. También pretende determinar la relación existente de estos parámetros con la distancia a la línea de costa, altura de la duna y granulometría del sustrato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, forman parte del grupo insular Jardines de la Reina. Este archipiélago se localiza en la parte meridional de la isla de Cuba, al Sur de las provincias de Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Camagüey (Figura 1). El origen geológico de los cayos se remonta a la última glaciación del Pleistoceno, donde se formaron las rocas biocalcarenicas. Dichas rocas, conjuntamente con el proceso de su meteorización y el aporte de sedimento arenoso durante el Holoceno, dieron lugar a espacios semiáridos, en los cuales se formaron las dunas y los camellones de tormenta presente en el sitio (Zúñiga, 2000).

De acuerdo con la regionalización climática de Díaz (1989), el área de estudio se ubica dentro del tipo de llanuras costeras y cayos con humedecimiento insuficiente, muy alta evaporación y temperaturas cálidas que oscilan entre 24 y 31 °C (González de Zayas *et al.*, 2006). Los cayos Grande, Anclitas y Caguamas poseen una superficie de 22.94, 7.27 y 9.3 km², respectivamente (Ventura com. pers.). En ellos están representadas las siguientes formaciones vegetales: bosque de mangle, con sus diferentes variantes florísticas y fisionómicas donde predomina el “mangle rojo” (*Rhizophora mangle* L.); matorral xeroformo costero y los complejos de vegetación de costa arenosa y rocosa (Socarrás *et al.*, 2006).

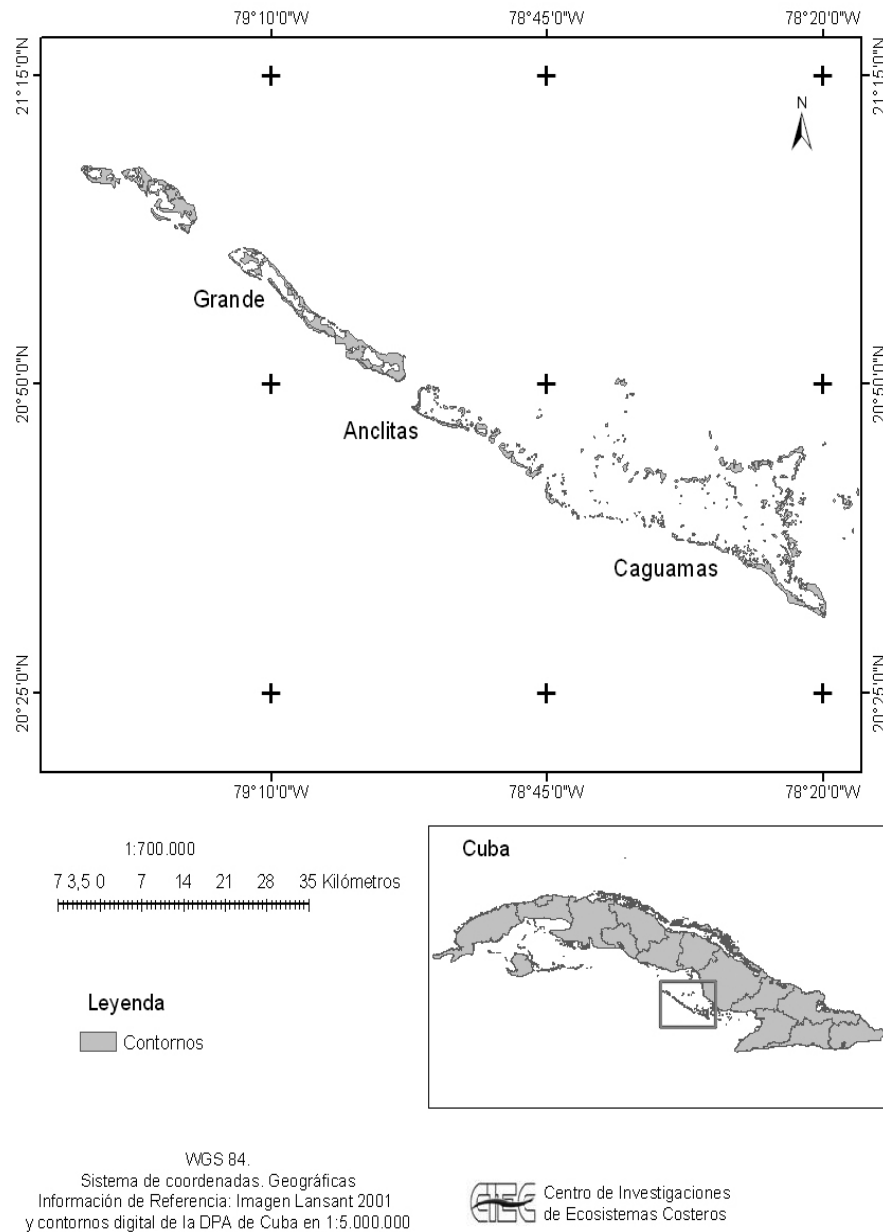


Figura 1. Localización de los cayos muestreados en el archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

Para la selección de los cayos se consideraron los siguientes aspectos: localidades distantes entre sí, alta representatividad de la vegetación y heterogeneidad del paisaje. En cada cayo se establecieron 20 parcelas permanentes distribuidas al azar, con dimensiones de 2 x 2 m. La posición de cada unidad de muestreo se determinó a partir de la aleatorización de los grados de una brújula. En cada parcela se tomaron datos de composición de especie, número de individuos y cobertura. También se evaluaron la distancia de la parcela a la línea de costa, altura

de la duna y granulometría del sustrato. La toma de datos bióticos se realizó entre los días del 14 al 22 de abril y del 17 al 26 de octubre de 2010, coincidiendo éstos con los períodos de seca y lluvia (Estación Meteorológica 78345). Los parámetros abióticos solamente fueron medidos en el primer monitoreo, debido a la poca variación estacional que estos experimentan (Rodríguez com. pers.).

La lista florística se realizó a partir de la identificación *in situ*, la comparación de los ejemplares botánicos

recolectados con aquellos del herbario Prof. Dr. Johannes Bisse (HAJB) del Jardín Botánico Nacional de Cuba, así como por la identificación de las especies por medio de claves taxonómicas (León, 1946; León y Alain, 1951; Alain, 1953; Alain, 1957; Alain, 1964; Zona, 1990; Rodríguez, 2000; Catasús, 2002). Los nombres de las especies fueron actualizados mediante la obra de Acevedo-Rodríguez y Strong (2012), siguiendo el sistema de clasificación propuesto por Judd *et al.* (2008). Los datos de número de individuos se obtuvieron por especies, además, en el caso de las gramíneas y ciperáceas cada clon fue considerado como un individuo. La cobertura total de la parcela se estimó atendiendo a la siguiente escala: 1 = 1-20%; 2 = 21-40%; 3 = 41-60%; 4 = 61-80%; 5 = 81-100%.

La distancia a la línea de costa fue medida con una cinta métrica de 50 m a partir del centro de la parcela hasta la línea de marea alta. La línea de marea alta fue reconocida a través de los siguientes elementos: presencia de un escarpe que se produce en la arena cuando baja el nivel del mar, presencia de restos de fanerógamas marinas o cambios en la coloración de la roca con agua de mar retenida. La altura de la duna fue medida con un clinómetro PM-5/1520 a una distancia de 15 ó 20 m. Para mejor visualización del sitio de muestreo se utilizó una vara de 5.25 m de longitud. La altura real fue calculada a partir de la siguiente expresión matemática: $Alt_d = Alt_i + Alt_p - 5.25$, donde Alt_d = altura de la duna, Alt_i = medición inicial obtenida por el clinómetro a 15 ó 20 m de distancia respecto a la parcela, Alt_p = altura al nivel de la vista, 5.25 = altura de la vara. Para el procesamiento granulométrico se siguieron los criterios propuesto por Rivas (2000). Para el cálculo del valor medio de arena en cada muestra se empleó el programa GRADISTAT versión 4.0. (Blott, 2000).

La comparación entre cayos se estableció a partir de la riqueza de especies observada, el número de individuos y la cobertura, utilizando el ANOVA Kruskal-Wallis Statistic 6.0 (StatSoft, Inc., 2001). La afinidad florística entre localidades se comprobó a partir de los datos de presencia/ausencia de las especies vegetales y la ecuación de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). La influencia de las variables abióticas sobre la diversidad vegetal se determinó a partir del análisis multivariado de regresión múltiple, Statistic 6.0 (StatSoft, Inc., 2001). En dicha prueba la distancia a la línea de costa, la altura de la duna y la granulometría del sustrato se trataron como variables independientes, mientras que la riqueza de especies observada, el número de individuos y la cobertura, conformaron el grupo de variables dependientes.

RESULTADOS

La flora vascular de las localidades estudiadas está constituida por 21 especies, las cuales se agrupan en igual número de géneros y en 11 familias, siendo Poaceae la de mayor representatividad (Tabla 1). El endemismo es bajo y solamente está representado por *Coccothrinax littoralis* León. El número total de taxa por localidad se comportó de la siguiente forma: 14 en Cayo Caguamas, 11 en Cayo Anclitas y 8 en Cayo Grande. Las especies comunes para los tres cayos fueron: *C. littoralis*, *Erihalis fruticosa* L., *Schizachyrium gracile* (Spreng.) Nash y *Rhynchospora* sp. Los cayos Grande y Anclitas se agruparon por encima de un 60 % de similitud, mientras que Caguamas constituyó un grupo independiente (Figura 2).

La riqueza media de especies observada entre localidades no presentó diferencias significativas, $H_{(2, N=120)} = 0.812$ $p = 0.666$ (Figura 3). Los valores obtenidos para este parámetro se comportaron de la siguiente manera: 2.88 en cayo Grande, 2.78 en Anclitas y 2.90 en Caguamas. En cuanto al número de individuos, este fue superior en cayo Anclitas, con un valor promedio de 20.70 ($H_{(2, N=120)} = 12.592$ $p = 0.0018$) (Figura 4). La cobertura en los cayos Anclitas y Caguamas, fue mayor que en cayo Grande, presentando diferencias significativas de $H_{(2, N=120)} = 8.279$ $p = 0.0159$ (Figura 5). Los valores promedios se ubicaron en el rango de los 21-40% de cobertura.

La riqueza de especies observada en los cayos Grande y Anclitas se relacionó con la distancia a la línea de costa ($p = 0.037$ y $p = 0.021$, respectivamente) (Tabla 2). Sin embargo, en Caguamas la interacción de los factores ambientales influyó sobre la riqueza de especie ($p = 0.000387$) (Tabla 2). En cayo Grande la distancia a la línea de costa se relacionó con el número de individuos ($p = 0.034$) (Tabla 3). En las demás localidades las variables abióticas no mostraron relación. La interacción del conjunto de factores abióticos mostró relación con la cobertura en los cayos Grande y Caguamas ($p = 0.007263$) (Tabla 4). Sin embargo en Anclitas, la cobertura presentó una dependencia con la altura de la duna ($p = 0.025303$) (Tabla 4).

DISCUSIÓN

La riqueza florística de los cayos Grande, Anclitas y Caguamas es pobre, comparada con los resultados de Águila *et al.* (1995) y Álvarez y Ricardo (2009) en las dunas de Loma del Puerto, Cayo Coco, Ciego de Ávila y en Playas del Este (La Habana, Cuba), respectivamente. La presencia de *C. littoralis* (endemismo Centro-oriental) (León, 1946),

Tabla 1. Lista florística de la costa arenosa de cayo Grande, Anclitas y Caguamas, indicando las especies endémicas*.

FAMILIA	ESPECIES	LOCALIDAD		
		GRANDE	ANCLITAS	CAGUAMAS
Anacardiaceae	<i>Metopium toxiferum</i> (L.) Krug & Urb.	X	X	
Arecaceae	<i>Coccothrinax littoralis</i> León*	X	X	X
	<i>Sabal maritima</i> (Kunth) Burret			X
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br.		X	X
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	X	X	
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.		X	
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.			X
	<i>Rhynchospora</i> sp.	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia thymifolia</i> L.		X	X
Fabaceae	<i>Chamaecrista lineata</i> (Sw.) Greene		X	
Malvaceae	<i>Corchorus birsutus</i> L.	X		
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene			X
	<i>Eustachys petraea</i> (Sw.) Desv.			X
	<i>Muhlenbergia capillaris</i> (Lam.) Trin.			X
	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.			X
	<i>Schizachyrium gracile</i> (Spreng.) Nash	X	X	X
	<i>Spartina patens</i> (Aiton) Muhl.			X
	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.			X
Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i> L.	X	X	X
	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.		X	
	<i>Strumpfia maritima</i> Jacq.	X		

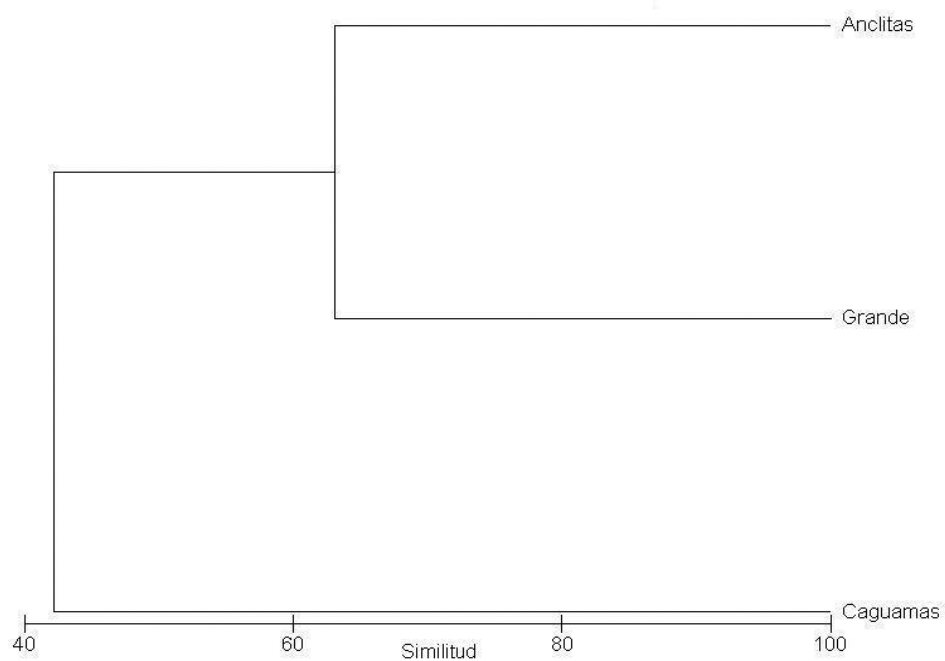


Figura 2. Similitud florística de la vegetación de costa arenosa en los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

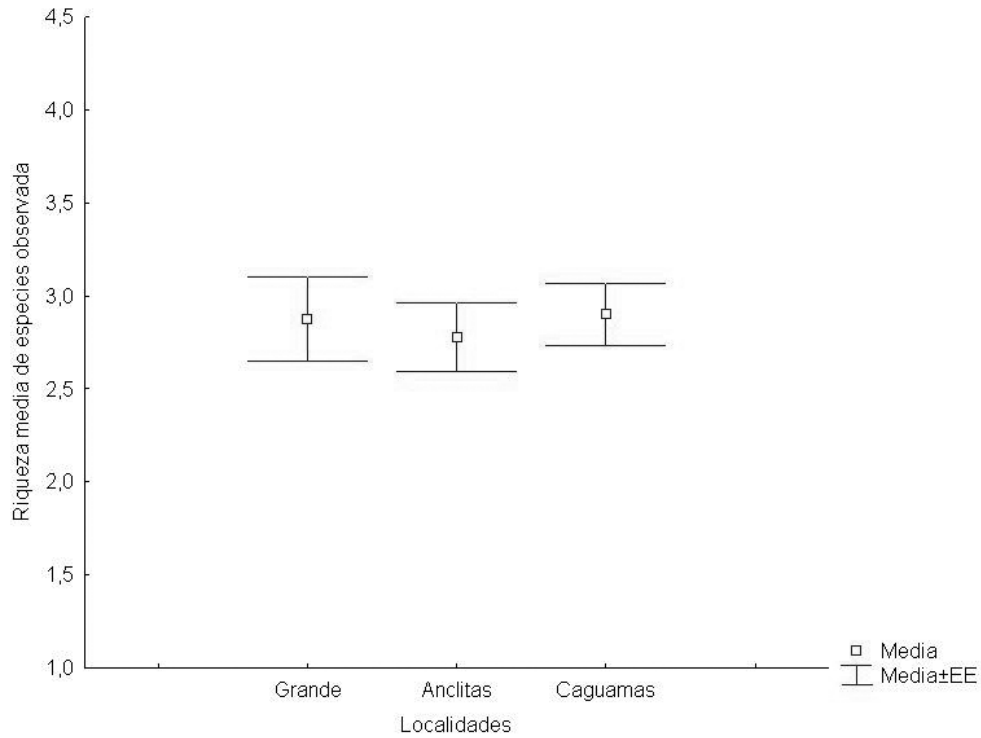


Figura 3. Riqueza média de espécies observadas em los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba ($H_{(2, N = 120)} = 0.812$ $p = 0.666$).

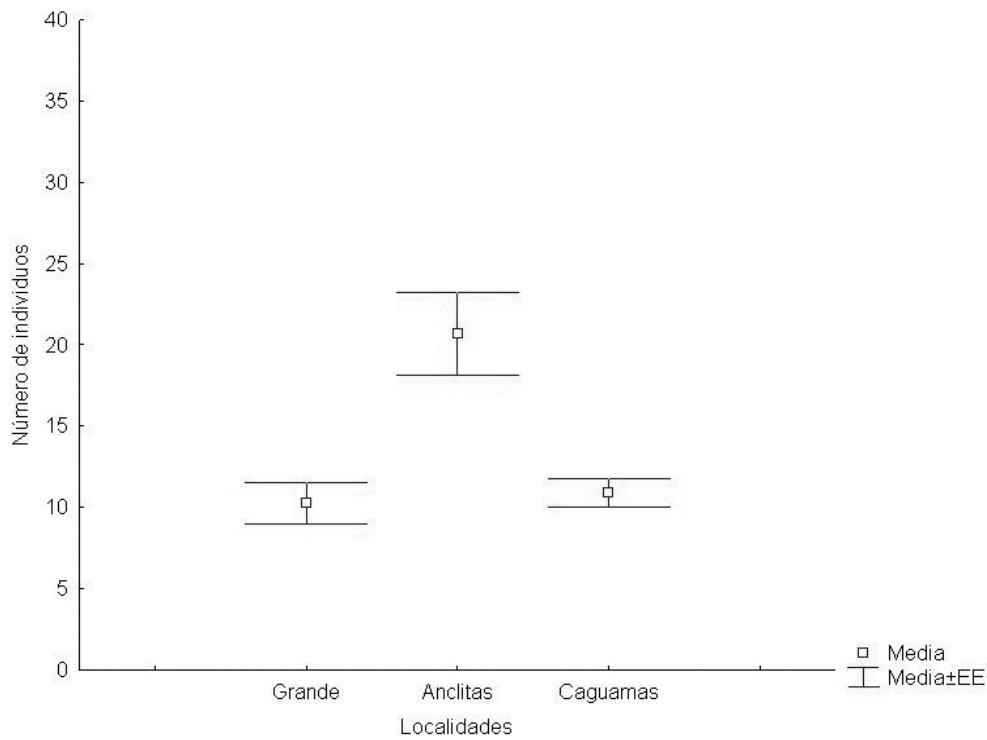


Figura 4. Número de indivíduos ($H_{(2, N = 120)} = 12.592$ $p = 0.0018$) em los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

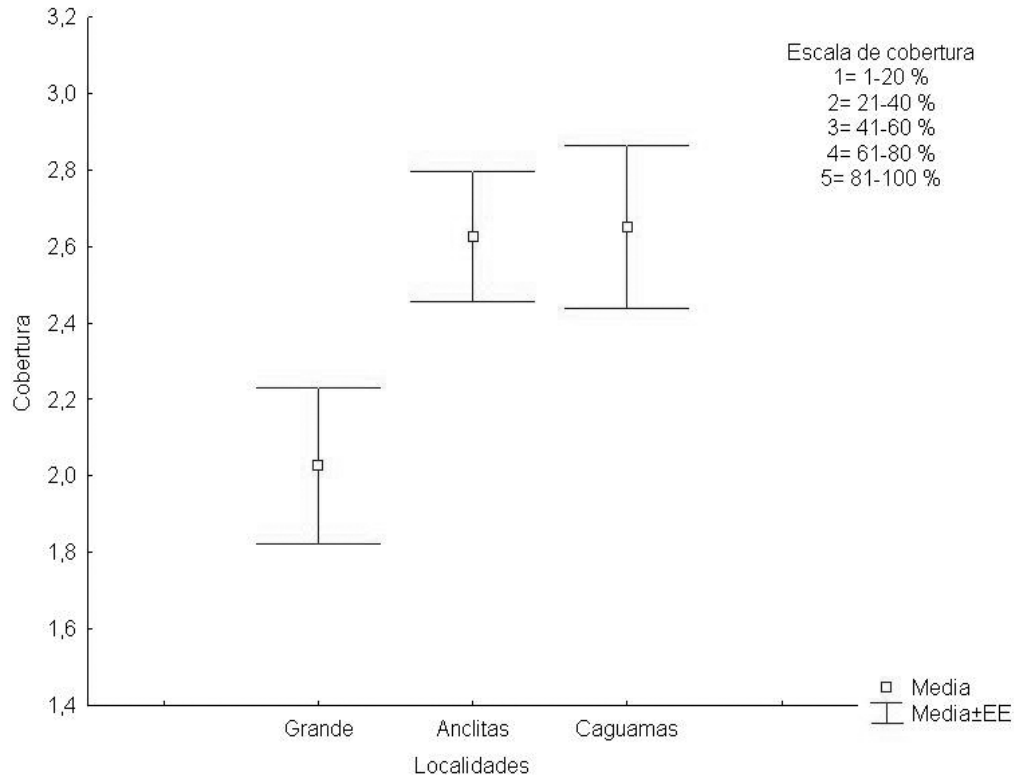


Figura 5. Cobertura de la vegetación en los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba ($H_{(2, N=120)} = 8.279$ $p = 0.0159$).

reafirma lo expuesto por Samek (1973) para la Cayería Sur, el cual señala la ausencia de elementos endémicos propios para este distrito fitogeográfico. Es probable que la baja riqueza florística esté condicionada por el reciente surgimiento geológico de estos grupos insulares (Zúñiga, 2000), donde aún persisten las migraciones desde la costa

sur de Cuba, las cuales se ven limitadas debido a la lejanía que poseen los cayos Grande, Anclitas y Caguamas (MacArthur y Wilson, 1963). Por otra parte, Begon *et al.* (2006), señala que el número de especies en las islas disminuye cuando la superficie de éstas es reducida, característica que se cumple en los grupos insulares del archipiélago de los Jardines de

Tabla 2. Relación de la riqueza de especies observadas con las variables abióticas medidas.

LOCALIDADES	FACTORES	B	ERR. STD.	T(16)	P
Grande	Intercepto	2.075835	1.597752	1.299220	0.212278
	Distancia a la línea de costa	0.029135	0.012862	2.265300	0.037728
	Altura de la duna	-0.516142	0.434253	-1.188570	0.251951
	Granulometría	1.024070	2.817060	0.363520	0.720972
Anclitas	Intercepto	1.105510	1.710393	0.646349	0.527217
	Distancia a la línea de costa	0.042172	0.016596	2.541095	0.021792
	Altura de la duna	-0.052515	0.147896	-0.355079	0.727168
	Granulometría	-0.491198	1.728205	-0.284224	0.779884
Caguamas	Intercepto	3.80035	0.850329	4.469270	0.000387
	Distancia a la línea de costa	-0.01454	0.007678	-1.894400	0.076393
	Altura de la duna	0.82975	0.644855	1.286720	0.216496
	Granulometría	-2.02034	1.934471	-1.044390	0.311828

Tabla 3. Relación del número de individuos con las variables abióticas medidas.

LOCALIDADES	FACTORES	B	ERR. STD.	T(16)	P
Grande	Intercepto	0.05165	11.05692	0.00467	0.996331
	Distancia a la línea de costa	0.20557	0.08901	2.30957	0.034588
	Altura de la duna	-3.31416	3.00516	-1.10282	0.286417
	Granulometría	18.96146	19.49490	0.97264	0.345210
Anclitas	Intercepto	24.43850	26.69909	0.915329	0.373608
	Distancia a la línea de costa	0.23870	0.25906	0.921444	0.370505
	Altura de la duna	0.59680	2.30865	0.258501	0.799316
	Granulometría	-21.47310	26.97714	-0.795976	0.437697
Caguamas	Intercepto	10.11203	5.47740	1.846137	0.083456
	Distancia a la línea de costa	-0.00730	0.04946	-0.147609	0.884496
	Altura de la duna	5.74558	4.15383	1.383199	0.185602
	Granulometría	-9.06931	12.46090	-0.727821	0.477240

Tabla 4. Relación de la cobertura con las variables abióticas medidas.

LOCALIDADES	FACTORES	B	ERR. STD.	T(16)	P
Grande	Intercepto	4.80299	1.562402	3.074110	0.007263
	Distancia a la línea de costa	-0.01379	0.012577	-1.09659	0.289054
	Altura de la duna	-0.06724	0.424646	-0.15834	0.876171
	Granulometría	-4.67711	2.754734	-1.69785	0.108898
Anclitas	Intercepto	1.080583	1.614972	0.669104	0.512969
	Distancia a la línea de costa	0.007883	0.015670	0.503068	0.621771
	Altura de la duna	0.344487	0.139645	2.466875	0.025303
	Granulometría	0.758309	1.631790	0.464710	0.648400
Caguamas	Intercepto	4.59854	1.391339	3.30512	0.004471
	Distancia a la línea de costa	-0.01510	0.012562	-1.20165	0.246986
	Altura de la duna	0.01969	1.055134	0.01867	0.985339
	Granulometría	-2.56338	3.165250	-0.80985	0.429906

la Reina, donde los cayos de mayor tamaño solamente alcanzan los 24 km² aproximadamente.

El reciente origen geológico de los cayos y las características homogéneas del ambiente sustentan el comportamiento de la riqueza media observada, cuyos valores obtenidos fueron similares. En cayo Grande la distribución espaciada de las plantas influyó de forma negativa sobre el número de individuos y la cobertura vegetal. Sin embargo, este fenómeno tuvo un comportamiento opuesto en cayo Anclitas, confiriéndole una fisonomía cerrada a la vegetación. A pesar de que en cayo Caguamas el número de individuos disminuyó, la cobertura estuvo determinada por un mayor desarrollo del estrato de los arbustos y la reproducción clonal de *Distichlis spicata* (L.) Greene. La similitud florística de los cayos Grande y Anclitas está determinada por elevado número de especies arbustivas que comparten estos cayos, las cuales poseen estrategias de colonización lenta ante perturbaciones. Estas localidades poseen en sus inmediaciones una cresta arrecifal, la cual

brinda una mayor protección a las costas arenosas ante los embates del viento y penetración del mar.

A pesar de que la vegetación de dunas en los cayos Grande, Anclitas y Caguamas, no presenta una zonación definida, los resultados obtenidos indican que algunos componentes de la diversidad vegetal guardan una estrecha relación con las variables abióticas medidas. En este sentido, la riqueza de especies observada en los cayos Grande y Anclitas, y el número de individuos en cayo Grande, estuvieron influenciados por la acción marina. Sobre este aspecto, Águila *et al.* (1995) señalan que la riqueza de especies es mayor en zonas protegidas de los agentes erosivos, donde el contenido químico del suelo es más rico en nutrientes, contribuyendo a que el hábitat sea más apropiado para el establecimiento de un mayor número de especies vegetales. Estos autores refieren además, que la vegetación hacia estas zonas posee mayor cobertura de especies arbóreas y arbustivas y una elevada abundancia de plantas herbáceas.

Los resultados obtenidos en Caguamas en cuanto a riqueza de especies observadas, señalan que un aumento o disminución, es causado por el conjunto de factores medidos. Igual comportamiento manifestó la cobertura en los cayos Grande y Caguamas. Estos resultados sugieren que la distribución espacial de las especies en función de estos parámetros estructurales, posee un mayor grado de complejidad y dependencia, cuyos factores por sí solos no ejercen acción alguna sobre la distribución de los elementos que integran la vegetación.

La relación entre cobertura y altura en cayo Anclitas pudiera estar determinada por la estabilidad de la duna, la cual coincide con las zonas de mayor elevación en este cayo, donde la vegetación posee un elevado desarrollo estructural. Sobre este aspecto, Moreno-Casasola (1982), encontró una correlación entre la cobertura y la estabilidad de la duna, donde en zonas de baja cobertura vegetal el sustrato presenta mayor movilidad. En este sentido, un estudio más detallado en dunas de El Morro de la Mancha, México, reveló que la estabilidad de la duna determinó la zonación de la vegetación en este ecosistema (Moreno-Casasola, 1986). Por otra parte, Acosta *et al.* (2007) señalan que en dunas fijas (estables) de la costa italiana existe un predominio de plantas arbustivas, algo similar a lo que ocurre en cayo Anclitas, donde hacia estas zonas existe elevado desarrollo de especies como *Chamaecrista lineata* (Sw.) Greene, *Ernodea littoralis* Sw. y *E. fruticosa*.

LITERATURA CITADA

- Acevedo-Rodríguez, P. y M. T. Strong. 2012. Catalogue of seed plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany. 98: 1-1193.
- Acosta, A., E. Stefania, A. Stanisci, P. Valério De Patta y C. Blasi. 2009. Coastal vegetation zonation and dune morphology in some Mediterranean ecosystems. *Journal of Coastal Research* 23(6): 1518-1524.
- Águila, N., P. Moreno-Casasola, L. Menéndez, R. García y C. Chiappy. 1995. Vegetación de las dunas de Lomas del Puerto (Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba). *Fontqueria* 42: 243-256.
- Alain Hno. 1953. Flora de Cuba 3. Dicotiledóneas: Malpighiaceae-Myrtaceae. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". La Habana. 13. 1-502 p.
- Alain Hno. 1957. Flora de Cuba 3. Dicotiledóneas: Melastomataceae-Plantaginaceae. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". La Habana. 16. 1-556 p.
- Alain Hno. 1964. Flora de Cuba 4. Rubiales-Valerianales-Cucurbitales-Campanulales-Asterales. Asociaciones de Estudiantes de Ciencias Biológicas. Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. 362 p.
- Álvarez, A. y N. Ricardo. 2009. Flora y vegetación de las "Playas del Este", Ciudad de La Habana, Cuba I. Flora de las dunas. *Acta Botánica Cubana*. 205: 10-25.
- Barbour, M. G., T. M. De Jong y B. M. Pavlik. 1985. Autoecology of marine beach and dune plants on the Atlantic, Gulf and Pacific Coasts of North America. *En: Chabot, B. F. y H. A. Mooney (comps.). Physiological ecology of North American plant communities.* Chapman y Hall, New York. pp. 296-322.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. Ecology from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing Ltd. Reino Unido. 738 p.
- Blott, S. 2000. A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments by sieving or laser granulometer. Surface Processes and Modern Environments Research Group Department of Geology Royal Holloway. University de Londres, Inglaterra. www.cedex.es/pipermail/rivers-list/attachments/gradistat-0001.xls.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Catasús, L. J. 2002. Las Gramíneas (Poaceae) de Cuba II. *Cavanillesia Altera* 3: 1-163.
- Díaz, L. R. 1989. Mapa de regionalización climática de Cuba (escala 1:2'000,000). *En: ICGC e IG-ACC (comps.). Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Gráficas Alber, España, VI, Clima, VI. 4.4.*
- Gómez, R. 1999. Biodiversidad de los grupos insulares del Subarchipiélago Jardines de la Reina: potencialidades para su uso con fines turísticos. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba. 59 p.
- González, B., R. Godoy y H. Figueroa. 1995. Dinámica estacional de los hongos micorrícicos versículos-arbusculares en ecosistemas dunarios del centro-sur de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 55(4-3): 267-272.

- González de Zayas, R., A. Zúñiga, O. Camejo, L. M. Batista y R. Cárdenas. 2006. Atributos físicos del ecosistema Jardines de la Reina. *En*: Pina, F. (comp.). Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de los recursos naturales. Compilación por el XV Aniversario del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC), Cuba. pp. 296-351.
- Hellemaa, P. 1999. The development of coastal dunes and their vegetation in Finland. University of Helsinki Department of Geography. 157 p.
- Hesp, P. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments* 21: 165-191.
- Judd, W., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. E. Stevens y M. J. Donoghue. 2008. Plant systematics: A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 611 p.
- Kumler, M. L. 1997. Critical environmental factors in dry coastal ecosystems. *En*: van der Maarel, E. (comp.). Dry coastal ecosystems. General aspects. Elsevier, Amsterdam. pp. 387-409.
- León Hno. 1946. Flora de Cuba 1. Gimnospermas, Monocotiledóneas. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural. Colegio "De la Salle". La Habana. 8: 441 p.
- León Hno. y Hno. Alain. 1951. Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarináceas-Meliáceas. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural. Colegio "De la Salle". La Habana. 10: 456 p.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton. 203 p.
- Moreno-Casasola, P. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: Factores físicos. *Biótica* 7(4): 578-602.
- Moreno-Casasola, P. 1986. Sand movement as a factor in the distribution in coastal dunes system. *Vegetatio* 65: 67-76.
- Randall, R. E. y G. A. M. Scott. 1997. Communities of sand and shingle beaches. *En*: van der Maarel, E. (comp.). Drycoastal ecosystems. General aspects. Elsevier, Amsterdam. pp. 263-274.
- Rivas, L. 2000. Algunos criterios y metodologías para el muestreo y el procesamiento granulométrico de los sedimentos. *En*: IDO (comps.). Protocolo para el monitoreo de las playas. Proyecto GEF/PNUD CUB/98/G32. pp. 1-7.
- Rodríguez, A. 2000. Tiliaceae. *En*: Greuter, W. (comp.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 3. Begoniaceae, Chloranthaceae, Elaeocarpaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae. Koeltz Scientific Books, Königstein. pp. 4-37.
- Samek, V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. Serie Forestal 15. 60 p.
- Socarrás, E., A. Parada, M. López, R. Gómez y A. Aguilar. 2006. Biota terrestre del ecosistema Jardines de la Reina. *En*: Pina, F. (comp.). Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de los recursos naturales. Compilación por el XV Aniversario del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC). pp. 352-394.
- StatSoft, Inc. 2001. Statistica (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Williams, M. J. 2007. Native plants for coastal restoration: what, when, and how for Florida. USDA, NRCS, Brooksville Plant Materials Center, Brooksville, FL. 51 p. <http://www.fl.nrcs.usda.gov/programs/pmc/flplantmaterials.html>.
- Zona, S. 1990. A monograph of *Sabal* (Arecaceae: Coryphoideae). *Aliso* 12(4): 583-666.
- Zúñiga, A. 2000. Caracterización básica de la geología de los cayos de la porción centro occidental del Subarchipiélago Jardines de la Reina. Cayos Algodón, Grande, Anclitas y Caballones. *Enlace* 6(33): 1-5.