

Flora y vegetación de Playas del Este. Ciudad de La Habana, Cuba II. La vegetación de las dunas

Flora and dune vegetation of “Playas del Este”, Cuba II. Dune vegetation

Alberto ÁLVAREZ DE ZAYAS* y Nancy Esther RICARDO NÁPOLES*

RESUMEN. La dinámica de la vegetación de las dunas costeras en Playas del Este, Cuba es analizada incluyendo los daños debidos a las acciones humanas. Fueron identificados los resultados mas sobresalientes y se caracterizaron cuatro sectores de vegetación paralelos, así como la relación de los mismos con los factores ambientales prevalecientes.

Se detallan que la restauración de la vegetación en dunas parabólicas en áreas afectadas se inicia con las especies de la cara frontal de la duna y que las variaciones estacionales de la cobertura vegetal y se puntualizan el alto numero de especies que desaparecen o descansan en el invierno, así como los efectos dañinos debidos a las acciones severas acumuladas y los errores de manejo ambiental que aún prevalecen en estas playas

PALABRAS CLAVE. Dinámica de la vegetación, dunas costeras, Playas del Este, Cuba.

ABSTRACT. The vegetation dynamic of coastal dunes in Playas del Este, Havana, Cuba is analyzed including damages due to anthropic actions. Among results, the most and standing were the identification and characterization of four parallel sectors of dune vegetation and their relation to environmental factors.

The natural restoration of vegetation in parabolic dune in affected areas starting with species from frontal surface of dune and seasonal variations of plant cover are detailed as being a result of the high number of species that disappear or rest during winter and the harmful effects caused by actions severe accumulating and errors in environmental management that still prevail in these beaches.

KEY WORDS. Vegetation, dynamic, coastal dune, beach, Playas del Este, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Escasos son los estudios sobre la vegetación de dunas en el país, se iniciaron con Samek (1973), quien describió la vegetación litoral de la costa norte de la antigua provincia de La Habana, García *et al.* (1993) realizaron una caracterización somera de la flora y vegetación del sector de Playas del Este en Ciudad de La Habana, puntualizaron el papel de las plantas ruderales en la revegetación actual y ofrecieron recomendaciones para el manejo del territorio.

Águila *et al.* (1995) estudiaron la flora, la vegetación y las fitocenosis que se establecen en el complejo de vegetación de costa arenosa y matorral costero en las dunas de Lomas del Puerto (Cayo Coco, Ciego de Ávila) donde concluyeron que existe una relación entre la distribución espacial de las asociaciones y su estabilidad en relación con los nutrientes en la cobertura edáfica producto de las condiciones extremas del ambiente, el grado de exposición a los agentes erosivos en las zonas menos estables y el incremento de la materia orgánica, estableciéndose un gradiente de distribución fitogeográfico de las especies, también señalaron la predominancia de especies pantropicales en las zonas menos estables y con condiciones extremas, y en las zonas más protegidas de la post-duna la presencia de endemismos y especies mayormente antillanas y caribeñas.

Genes *et al.* (2000) estudiaron someramente la vegetación de las dunas en las Playas del Este. Ramírez *et al.* (1984) presentaron los primeros resultados de la recolección de datos de la dinámica costera sobre los procesos de erosión y acumulación de arenas en estas playas, mediante la utilización de nivelaciones topográficas, donde se evidenció el carácter estacional de las variaciones en el perfil de playa que acumulaba arena en verano y se erosionaba en invierno.

Sosa *et al.* (1993) después de realizar 12 años de mediciones en este territorio obtuvieron que los cambios en el

perfil de playa estaban más próximos al comportamiento aleatorio que al estacional y que los procesos de acumulación y erosión podían ocurrir bajo las mismas condiciones de oleaje en localidades diferentes, ellos además consideraron que la tendencia de las variaciones a largo plazo del perfil de playa resultaba incierta debido a la dispersión de los datos y a las irregularidades en la frecuencia de muestreo.

En Guanabo, expuesta mayormente a un oleaje fuerte, la erosión de la playa promedia entre 1 y 2 m³/m/año y el retroceso de la línea de costa se estima para los últimos treinta años en 14 m; por su lado en la Playa de Santa María del Mar se conservan óptimas condiciones al contar con un ancho de una franja de arena sin rocas de más de 200 m, presentar 50 m de ancho del área emergida de sol (como promedio) y arenas finas con granos de arena que promedian entre 0,2-0,8 mm.

Durante los primeros años de la década del noventa los procesos de transporte de arena por el viento transformaron el paisaje de las dunas, y la migración de la arena hacia tierra se convirtió localmente en una amenaza. La degradación de la vegetación de las dunas debido a las pisadas de los bañistas, entre otras causas, propició la erosión eólica. Aún comprendiendo que la vegetación uno de los principales factores que influye en la tasa de acumulación de arena en las dunas y en su morfología, pocos estudios se han realizado sobre las características de la cobertura de vegetación de estas playas (García *et al.*, 1994 y Genes, 2000).

Sosa *et al.* (2005) evidenciaron a partir del año 2004 que en los últimos años se produjo una reactivación de los procesos de transporte y acumulación eólica que originaron la formación de una nueva línea de duna frontal, fenómeno que debe cuantificarse en términos volumétricos para una adecuada evaluación del balance sedimentario de esta franja de playa.

Estos autores aseveran que los procesos eólicos y las formas derivadas de ellos, han coadyuvado en la evolución de

la playa en los últimos 22 años y que con la tala de las casuarinas en los años 1984 y 1985 se eliminó la barrera que impedía que el viento traslade la arena hacia la parte alta de la playa dificultando la formación de las dunas, además que el frente de dunas incipientes evolucionó a partir de dunas aisladas de sombra formadas alrededor de pequeños arbustos de *Coccoloba uvífera* y *Cocos nucífera*, que se sembraron después de la tala de las casuarinas. La expansión lateral de estos montículos ocurrió paulatinamente a partir de la colonización espontánea de especies costeras y señalan que el proceso de crecimiento sostenido de las dunas se prolongó durante un período de 6-8 años. Ya en el año 1991 el frente de dunas incipientes había alcanzado su estabilización en algunos sectores por una reducción en el suministro de arena.

Nuestro interés es intentar comprender los procesos de la dinámica de la vegetación sobre las dunas y su relación con las afectaciones antrópicas acumuladas en el territorio y a la intensa y masiva explotación de estas playas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre Junio 2006 y Julio del 2008 se evaluó la vegetación de la franja costera comprendida entre Playa Mégano y la margen oeste de la desembocadura del Río Guanabo, y que es denominada Playas del Este, efectuándose visitas mensuales. Se utilizaron 21 transectos permanentes con dimensiones entre 30 y 150 m de largo (en función de la presencia de vegetación) por 2 m de ancho, previamente establecidos por el Instituto de Oceanología del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (IDO), para estudiar el tipo y densidad de la cobertura de la vegetación y conocer la dinámica sucesional de las especies. En cada transecto se marcaron 10 subparcelas de 1 X 2 m². Se realizaron calicatas de hasta 1 m de profundidad para observar las partes subterráneas de las plantas.

Las especies de la flora se identificaron utilizando las colecciones del herbario HAC, la Flora de Cuba (Alain, 1953, 1957, 1964; 1974; León, 1946; León y Alain, 1951) y los fascículos de la Flora de la República de Cuba (Bäsler, 1998; Rodríguez, 2000a,b; Méndez, 2003; Rankin, 2003; Areces y Fryxell, 2007), las contribuciones de Beyra (1998) y Beyra *et al.* (2004), la flora de las Antillas (Howard, 1979, 1988, 1989a,b; Liogier, 1982; 1983; 1985a,b; 1986; 1988; 1989; 1994a,b; 1995a,b; 1996; 1997 y 2000; Acevedo-Rodríguez y Strong 2005).

Se consultaron los trabajos realizados en el área caribeña sobre dunas costeras, tales como los de Moreno-Casasola (1982), Moreno-Casasola *et al.* (1982a,b), Moreno-Casasola (1986), Moreno-Casasola *et al.* (1986), Castillo *et al.* (1991, 1998), y Moreno-Casasola *et al.* (1999). Se tomaron fotos de la vegetación y de las afectaciones observadas durante los meses de trabajo.

Vegetación de las dunas. La vegetación que se establece en el área de estudio se corresponde al Complejo de Vegetación de Costa Arenosa, según la descripción de Capote y Berazaín (1984), y presenta un aspecto herboso, más denso en el verano por presentar numerosas gramíneas y compuestas herbáceas y en invierno resulta más rala debido a que las numerosas especies de terófitos desaparecen con la sequía invernal.

Los arbustos participantes en la vegetación se reducen solo a 11 especies, el más importante es la Uva caleta (*Coccoloba uvífera*) que posee una amplia representación a lo largo del litoral, y que con su copa baja y densa protege las otras especies de los fuertes vientos durante las tormentas de verano o los fuertes nortes del invierno; por ello constituye una especie emblemática del complejo de vegetación de costa arenosa en el Caribe; también están presentes *Citarexylum ellipticum*, *Chrysobalanus icaco*, *Morinda royoc*, *Croton punctatus*, *Scaevola plumieri*, *Suriana maritima* y otras. Estas escasas especies arbustivas se encuentran en la mayoría de los casos pobremente representadas en número de individuos y no alcanzan a constituir los típicos matorrales xeromorfos que caracterizan las post dunas de las playas más conservadas.

Especies arborescentes en el territorio estudiado están representados escasamente por Casuarina equisetifolia, *Cordia sebestena*, *Leucaena leucocephalla*, *Calophyllum inophyllum*, *Terminalia catappa*, *Cocos nucífera* y *Sabal palmetto*, los que apenas forman agrupaciones discontinuas en la post-duna y principalmente en las urbanizaciones aledañas donde han sido empleadas con fines ornamentales.

Sectorización de la Vegetación. La distribución de las especies a lo largo de los perfiles se presenta en las Tablas (1 y 2), es posible observar una relativa escasez de especies en las caras frontales de las dunas y una mayor abundancia a medida que se avanza hacia tierra adentro; también con el incremento de la distancia desde la costa ocurre la disminución del efecto del viento y del spray salino por la protección de la duna sobre las caras a barlovento de las mismas, gradualmente los suelos se hacen más húmedos y más ricos en nutrientes favoreciendo el establecimiento de mayor diversidad de especies, resultados similares obtuvieron Aguilera *et al.* (1995) y Moreno-Casasola y Vásquez (1999).

Se realizó la sectorización de la vegetación de las dunas teniendo en cuenta la distribución y cobertura de las especies, la distancia a la línea de costa, la morfología de la duna y el efecto del viento sobre ese sector (Fig. 1):

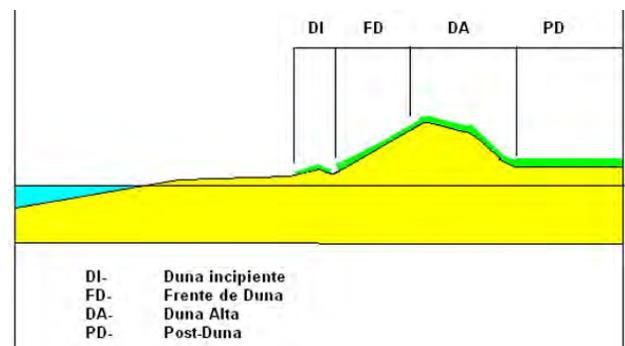


Fig. 1. Sectorización longitudinal de las dunas en Playas del Este.

♦ **Dunas incipientes.** Constituidas sobre las arenas que se acumulan delante de las dunas por efecto directo del oleaje y que suelen quedar atrapadas en los restos de las algas marinas, en ellas es posible encontrar semillas y fragmentos de estolones de numerosas especies típicas de las costas antillanas y caribeñas. Es esta zona se recibe el efecto directo del spray salino, y la alta salinidad que producen las eventuales inundaciones con agua del mar, el efecto del viento y el constante pisoteo de los bañistas; la descomposición de la

biomasa de algas y otros restos provenientes del mar inyecta nutrientes a este sector.

Es en esta zona donde eventualmente se inicia la formación de dunas donde crecen principalmente *Sesuvium portulacastrum*, *Paspalum distachyon*, *Cenchrus tribuloides* y eventualmente *Ipomoea pes-caprae* y *Panicum amarulum*; el predominio de *Sesuvium portulacastrum* le confiere a la vegetación un aspecto de pequeñas isletas acolchonadas. (Fig.2).



Fig. 2. Duna incipiente con *Sesuvium portulacastrum*.

◆ Frente de dunas: Está constituida por las caras frontales de las dunas, forman planos inclinados con pendientes de hasta 50° donde se recrudece el efecto del viento, en ella se observa el desplazamiento constante de la arena acumulándose en forma de montículo hasta que se desborda en la cúspide; teniendo las características de estar afectadas por la alta salinidad del spray marino, la carencia de agua superficial y la escasez de nutrientes en el suelo, en este sector se observan frecuentes enterramientos de las partes aéreas de las plantas en la arena, las especies que presentan este comportamiento desarrollan la capacidad de rebrotar y establecerse a pesar de incidir sobre ellas el impacto del tránsito de los bañistas a través de las dunas. El efecto de este impacto causa severos daños a la cobertura vegetal acelerando los procesos de erosión eólica.

Las especies típicas de esta zona son *Panicum amarulum*, *Paspalum distachyon*, *Ipomoea pes-caprae* y eventualmente *Cenchrus tribuloides* y *Canavalia rosea*, que le confieren un aspecto herboso erizado con algunos rastreras aisladas, y que tiene forma de una madeja donde se entrelazan gran cantidad de rizomas y estolones funcionales enterrados. (Fig.3).



Fig. 3. Frente de duna con *Panicum amarulum*

◆ Dunas altas: Son las partes altas de las dunas donde en ocasiones se observan pequeños espacios interdunales con dos o mas cúspides y/o por algunas planicies o domos originados por el efecto del viento que los forman, la vegetación en este sector se encuentra estabilizada. Las características de este sector son: menor efecto secante del viento, y como consecuencia menor spray salino, la exposición solar es intensa, la deposición de materia orgánica es superior a las anteriores y el déficit hídrico es notablemente alto. Especies típicas de la vegetación herbácea de este sector son terófitas como el romerillo (*Bidens alba*), y otras hierbas como *Brachiaria extensa* y la hierba fina (*Cynodon dactylon*) solo desarrollan un sistema radicular superficial y no penetran sus raíces en la profundidad de la duna como ocurre con las especies hemiptófitas representadas por abundantes rastreras como *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia rosea* que le confieren un aspecto de cerrada y enmarañada madeja de plantas rastreras.

En las dunas correspondientes a los perfiles de Itabo y Mi cayito es posible observar que el millo de playa (*Uniola paniculata*) forma colonias altas, densas y dominantes que desplazan prácticamente las otras especies de la zona al poseer gruesos rizomas que permanecen vivos después de los eventuales enterramientos en la arena y rebrotan conectando las partes altas, verdes y sintetizadoras con las raíces más profundas conectadas por largos rizomas ubicados en las zonas más profundas y húmedas de las dunas (Fig. 4 a y b).



Fig. 4. Dunas Altas a) *Uniola paniculata* b) *Canavalia rosea*

◆ Post-dunas: Está constituido por los planos posteriores de las dunas y las superficies llanas por detrás de estas. En esta zona el efecto del viento se amortigua, el spray salino afecta mucho menos, la riqueza de materia orgánica en el sustrato aumenta y la humedad en las capas profundas y medias de la arena es relativamente más alta, por ello la vegetación en esta zona crece con mayor profusión siendo alta la cobertura vegetal que así permanece durante casi todo el año; también la diversidad de especies vegetales es mucho más alta.

Tiene esta zona el aspecto de herbazal alto y denso con rastreras intercaladas, en el mismo se presentan algunas especies arbustivas tales como *Coccoloba uvifera*, *Citharexylum ellipticum*, *Morinda royoc*, *Croton punctatus*, *Suriana maritima*, *Chrysobalanus icaco*, palmas como *Sabal palmetto* (Fig. 5) y numerosas herbáceas rosetosas tales

como *Desmanthus virgatus*, *Indigofera cubensis*, *Atriplex pentandra*, *Portulaca brevifolia*, *P. oleracea*, *P. pilosa*, *Corchorus hirsutus*, otras son herbáceas subfruticasas, decumbentes o postradas como *Desmodium tortuosum*, *Tephrosia cinerea*, *Stylosanthes hamata*, *Neptunia plena* y *Tribulus cistoides*, otras trepadoras como *Vigna retusa*, *Macroptilium atropurpureum*, o herbáceas erectas como *Crotalaria retusa*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Dichanthium annulatum*, *D. caricosum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eustachys petraeus*, etc.



Fig. 5. *Sabal palmetto* en los llanos altos de la Post-Duna.

Aunque en los planos posteriores de las dunas se presenta una comunidad relativamente homogénea de especies, es posible reconocer dos tipos diferentes de llanos de post duna, los primeros en zonas relativamente altas que no se inundan por fuertes marejadas ni durante la temporada lluviosa y otro donde predominan ciperáceas, gramíneas y otras especies típicas de los herbazales altos asociados a los manglares (Fig.6) y que son remanentes de antiguas áreas de humedales que existieron en esos territorios y fueron desplazados por la urbanización. (Álvarez y Ricardo, en prensa). Un esquema de la vegetación presente en las zonas de las dunas en las Playas del Este se ofrece en la Fig. 7, donde se muestran los perfiles esquemáticos con las especies más características. En las tablas 1 y 2 se muestra la distribución de las especies en áreas de post-duna alta y de post-duna baja o inundable.



Fig. 6. *Cyperáceas* en el herbazal de pantano de los llanos bajos de la Post-Duna.

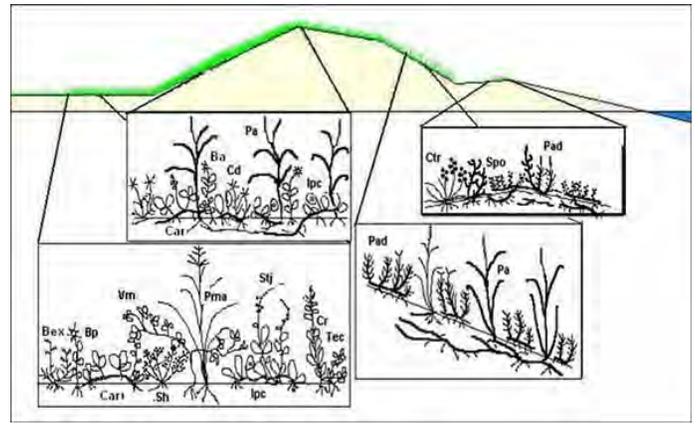


Fig. 7. Perfil esquemático de la duna mostrando la estructura de la vegetación en las zonas de las dunas de Playas del Este. **Sp**-*Sesuvium portulacastrum*, **Ctr**-*Cenchrus tribuloides*. **Pa**-*Panicum amarulum*, **Pad**-*Paspalum distachyon*. **Ipc**-*Ipomoea pes-caprae*, **Car**-*Canavalia rosea*, **Cd**-*Cynodon dactylon*, **Ba**-*Bidens alba*. **Pma**-*Panicum maximum* (*Urochloa maxima*), **Bex**-*Brachyaria extensa*, **Cr**-*Crotalaria retusa*, **Tec**-*Tephrosia cinerea*, **Sh**-*Stylosanthes hamata*, **Stj**-*Stachytarpheta jamaicensis*, **Vm**-*Vigna marina*.

Tabla 1. Distribución de las principales especies en los sectores de vegetación a través de los perfiles en las áreas bajas de la Post-Duna. X = aparición frecuente x = aparición eventual. **DI**-Duna Incipiente, **FD**-Frente de Dunas, **DA**-Dunas Altas, **PD**-Post-Duna (Zonas altas).

Especies	DI	FD	DA	PD
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	X			
<i>Paspalum distachyon</i>	X			
<i>Cenchrus tribuloides</i>	x	X		
<i>Panicum amarulum</i>	x	X	x	
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	x	X	X	x
<i>Canavalia rosea</i>		X	X	x
<i>Bidens alba</i>		x	X	x
<i>Cynodon dactylon</i>			X	x
<i>Brachyaria extensa</i>			X	x
<i>Dichanthium annulatum</i>				X
<i>Dichanthium caricosum</i>				X
<i>Crotalaria retusa</i>				X
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>				X
<i>Tephrosia cinerea</i>				X
<i>Stylosanthes hamata</i>				X
<i>Sida ciliaris</i>				X
<i>Vigna retusa</i>				X
<i>Portulaca brevifolia</i>				X
<i>Portulaca oleracea</i>				X
<i>Portulaca pilosa</i>				X
<i>Sabal palmetto</i>				X
<i>Spilanthes urens</i>				X
<i>Sporobolus pyramidatus</i>				X
<i>Sporobolus pyramidatus ssp domingensis</i>				X
<i>Waltheria indica</i>				X
<i>Corchorus hirsutus</i>				X

Tabla 2. Distribución de las principales especies en los sectores de vegetación a través de los perfiles en las áreas bajas de la Post-Duna. Leyenda: **X** = aparición frecuente x = aparición eventual. **DI**-Duna Incipiente, **FD**-Frente de Dunas, **DA**-Dunas Altas, **PD**-Post-Duna (Zonas bajas).

Especies	DI	FD	DA	PD
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	X			
<i>Paspalum distachyon</i>	X			
<i>Cenchrus tribuloides</i>	x	X		
<i>Panicum amarulum</i>	x	X	x	
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	x	X	X	x
<i>Sporobolus virginicus</i>	x	x	x	X
<i>Canavalia rosea</i>		X	X	x
<i>Bidens alba</i>		x	X	x
<i>Cynodon dactylon</i>			X	x
<i>Brachiaria extensa</i>			X	x
<i>Opizia stolonifera</i>				X
<i>Setaria geniculata</i>				X
<i>Tribulus cistoides</i>				X
<i>Tridax procumbens</i>				X
<i>Fuirena simplex</i>				X
<i>Neptunia plena</i>				X
<i>Paspalum arundinaceum</i>				X
<i>Cyperus sculentus</i>				X
<i>Cyperus surinamensis</i>				X
<i>Fimbristylis cymosa</i>				X
<i>Caraxerum vermicularis</i>				X
<i>Sphagneticola trilobata</i>				X
<i>Spilanthes urens</i>				X
<i>Commelina erecta</i>				X

Variaciones estacionales de la cobertura vegetal. El análisis de las variaciones anuales de la cobertura de la vegetación en los perfiles (Tabla 3) permite reconocer que durante el período invernal y seco (diciembre a mayo) desaparecen los terófitos y reducen notablemente sus partes aéreas los geófitos, con lo que la cobertura vegetal de las dunas se reduce evidentemente, permitiendo una mayor circulación del viento y con ello el arrastre de la arena hacia el interior del territorio.

En el período de lluvias del verano (mayo-julio) aparecen las especies terófitas y rebrotan los geófitos y hemicriptófitos y si no fuese por el intenso pisoteo a que son sometidas algunas áreas, estas llegarían a repoblarse cada año. Al final del verano e inicios del otoño, cuando se produce el segundo momento lluvioso del año, ocurre una notable recuperación de la típica vegetación de las arenas costeras debido a que es mucho menor la presencia de bañistas.

Las variaciones estacionales expresadas en porcentaje y promediadas que se presentan en la tabla 3, permiten observar que la cobertura vegetal fue menor en la duna incipiente y gradualmente aumentó hacia la post-duna, donde alcanza los mayores valores, lo que demuestra una zonación de la vegetación que había sido observada previamente. Los valores de la cobertura vegetal en las post-duna son los mayores (92,7%) y además poseen una alta estabilidad; por otro lado las dunas incipientes son también muy estables en

sus valores, pero estos resultaron ser los más bajos (25,7%).

La cobertura de la vegetación mostró las mayores oscilaciones de sus valores en los frentes de dunas y las dunas altas, con valores promedios por encima del 26 y hasta 28%. Los valores de la cobertura vegetal en las dunas demuestran dos períodos o estaciones: la de secas con valores promedio entre 51 al 58% y la de lluvias con valores promedio entre 31,7 al 99,4%.

Mayo se mostró como el mes donde la cobertura vegetal general de las dunas fue menor, apenas con promedio de 64,1%, pero los valores fueron muy bajos en las dunas incipientes (17,8%) y frente de dunas (40%) y Septiembre resultó el mes de mayor promedio de la cobertura vegetal (73,6%) (Tabla 3).

Tabla 3. Evolución resumen de la cobertura vegetal. Promedio de los valores estimados de la cobertura vegetal expresados en %. **DI**-Duna Incipiente, **FD**-Frente de Dunas, **DA**-Dunas Altas, **PD**-Post-Duna, **Otp**-Oscilación temporal promedio, **Ozp**-Oscilación zonal promedio.

Zonas	Meses de Observaciones						Σ	X	Otp
	Ene	Mar	May	Jul	Sep	Nov			(Sep-May)
DI	25,0	20,6	17,8	29,4	31,7	29,4	153,9	25,7	13,9
FD	50,5	44,7	40,0	65,8	66,8	59,2	327,0	54,5	26,8
DA	85,0	76,5	68,5	92,0	96,5	94,5	513,0	85,5	28,0
PD	90,6	86,9	81,9	98,1	99,4	99,4	556,3	92,7	17,5
Σ	226,1	274,4	190,4	255,9	262,7	253,1			
X	56,5	68,6	47,6	63,9	65,7	63,3			
Ozp	65,6	66,3	64,1	68,7	67,7	70,0			

Con el inicio de la temporada invernal suelen presentarse marejadas y vientos de dirección *NNE*, que unidos al descanso invernal de muchas especies y con ello la reducción de la cobertura vegetal y se favorece el transporte eólico de la arena; bajo estas circunstancias resulta muy difícil que la vegetación de las dunas costeras pueda alcanzar un punto de desarrollo y una composición florística tal, que logre una estabilización significativa de las dunas y el avance positivo hacia el mar de la línea de costa.

Los perfiles Mégano y Tres Cocos, se pueden diferenciar perfectamente del resto de los otros perfiles, esto fue ya señalado por Sosa *et al.* (2005) en cuanto a la granulometría más gruesa de la arena y por Álvarez y Ricardo (en prensa) respecto a la composición florística, ya que la cobertura vegetal de estos perfiles es mayor y muestra mayor estabilidad debido a que los procesos eólicos en esta zona están más atenuados por el grosor de la arena y por ello esa estabilidad a largo plazo ha significado una mayor riqueza de especies y una distribución de geoelementos más equilibrada con mayor número de arbustivas.

Por su parte en el perfil Tropicoco la situación es muy diferente, allí, después de una intensa migración eólica de arena hacia la post-duna se alcanzó una relativa estabilidad con la conformación de una doble línea de crestas de dunas debido al profundo avance que tuvieron las dunas parabólicas que se desarrollaron y la presencia de elementos tales como

Panicum amarulum que lograron penetrar acompañando las caras frontales de esas dunas parabólicas y que aún permanecen relictivamente donde ahora se desarrolla la post duna.

Especies eventuales e invasivas. No todas las especies vegetales que han sido reportadas sobre las dunas pueden completar su ciclo de vida, es presumible que solo las especies que renacen en áreas donde la humedad logra conservarse, al menos durante una parte de la época invernal, serán capaces de completar su ciclo y reproducirse dejando semillas para el próximo año; aquellas que logran establecerse en otoño, sí lo hacen en las caras frontales de las dunas, difícilmente podrán completar todo su ciclo de vida, tales son los casos de especies observadas en verano como *Momordica charantia*, *Cucumis melo*, *C. sativus*, y *Cucurbita moschata*, presumiblemente introducidas por los bañistas o las aves.

Se ha observado por los autores la llegada a las dunas durante las fuertes marejadas del invierno de diciembre del 2006 de muchos frutos de Guisazo de Caballo (*Xanthium strumarium*) y de cómo germinaron con las primeras lluvias del verano y lograron completar su ciclo produciendo abundantes frutos, a pesar de su aspecto raquíutico; esta especie afortunadamente no ha avanzado mucho desde su posición especializada para la epizooecia no es favorecida por los bañistas que comúnmente no usan pantalones largos en la playa. Otras especies como la Yerba fina (*Cynodon dactylon*) se han dispersado en amplias zonas de las dunas debido a la facilidad con que rebrota de sus estolones rastreros y a su capacidad para resistir enterramientos someros por la arena de las Dunas altas; por su parte especies invasoras como *Leucaena leucocephala*, *Dichrostachys cinerea* var *africana*, *Albizia lebbek*, *Calophyllum inophyllum*, *Citharaxylum ellipticum*, *Urochoa maxima*, *Stenotaphrum secundatum* y *Opizia stolonifera* que poseen alta efectividad en su propagación se han establecido principalmente en las áreas de mejores suelos de la Post-Duna.

Dinámica de la vegetación. Las fuertes marejadas que se desarrollan durante los eventos meteorológicos severos extraen tal volumen de arena de las caras frontales de las dunas, y las especies de la Duna Alta quedan expuestas al embate de los vientos, esta situación es característica de las dunas donde la *Canavalia rosea* y la *Ipomoea pes-caprae* muestran sus largos estolones en la línea delantera (Fig. 8); luego con el paso del tiempo, se reinician los procesos de reconfiguración de las dunas con *Sesuvium portulacastrum* en las dunas incipientes y *Paspalum distachyon* y *Panicum amarulum*, en las arenas que comienzan a depositarse en los frentes de dunas donde aún las arenas están en movimiento.

En otras áreas, como ocurre en las playas frente al poblado de Guanabo, donde las dunas son relativamente pequeñas en altura y profundidad, los procesos de erosión por fuertes marejadas han ido dejando expuestas las raíces de viejos manglares que estaban sepultadas en la arena y que producto de la retirada de la línea de costa ahora reaparecen en el área de baño degradando notablemente la calidad de la playa (Fig.9).

Los procesos dinámicos de la vegetación de las dunas

resultan evidentes cuando se inician los procesos de restauración natural de las caras frontales, allí las especies colonizadoras como *Panicum amarulum*, *Paspalum distachyon* y *Sesuvium portulacastrum* se establecen en asociaciones tales que, comienzan con su implantación y desarrollo a frenar la circulación del viento o a disminuir su velocidad y con ello provocan la precipitación de la arena suspendida por el viento y el concomitante crecimiento de las dunas o las partes afectadas de ellas.



Fig. 8. Tallos de *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia rosea* extraídos por las marejadas.



Fig. 9. Playa de Guanabo donde raíces de viejos manglares aparecen al desaparecer la duna por fuertes marejadas.

Esta asociación característica de los Frente de Duna aparece también allí donde la arena está en movimiento, de este modo bordean los márgenes de las dunas parabólicas y penetran por los bordes de los caminos tallados en las dunas por el tránsito peatonal anárquico y terminan por cerrar tales aperturas si las afectaciones del pisoteo cesan (Fig. 10).

La presencia algo extraña de las especies características del Frente de Duna en áreas de la Post-Duna se debe a que el proceso de rehabilitación natural antes señalado, han dejado atrapadas allá detrás al cerrar la duna parabólica; la supervivencia de especies como *Panicum amarulum* en la profundidad de las dunas es una garantía de la capacidad recuperativa del sistema que podrá encontrar en ellas un modo de retener la arena en caso de que las tormentas severas desbasten nuevamente las dunas (Fig. 11).

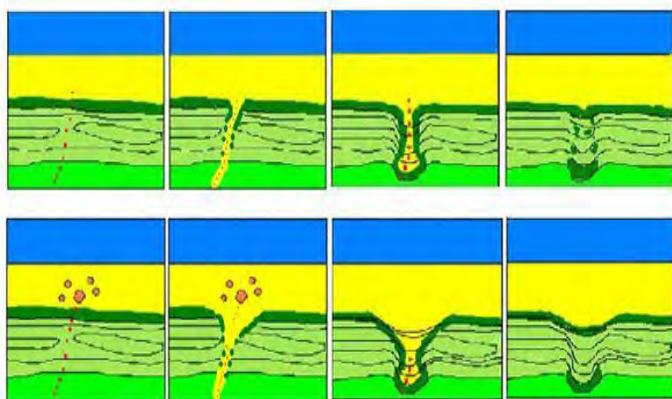


Fig. 10. Esquematisación de la penetración de la asociación *Panicum amarulum-Paspalum distichyon* desde la cara frontal de las dunas, hacia la Post-Duna a causa de el movimiento eólico de la arena motivado por la apertura de pasos peatonales a través de la duna y el pisoteo entorno a instalaciones de servicio. Se muestra como quedan restos de esta asociación en la Post-Duna cuando ya se restablece la cobertura de la duna.



Fig. 11. Post-Duna en el perfil Tropicoco con *Panicum amarulum* remanente del proceso de restauración natural.

Las afectaciones a las dunas y su influencia sobre la vegetación. Varios tipos de afectaciones a las dunas fueron señalados por García *et al.* (1993) y Álvarez y Ricardo (en prensa) como fuentes originales de las profundas transformaciones que condujeron a grandes cambios en la composición florística de las dunas, a la inestabilidad de las arenas que provocó su traslado masivo hacia el interior del territorio y a la incapacidad de la vegetación para estabilizarlas. En la Fig. 12 (a,b,c,d,e,f) se ilustran algunas de estas afectaciones.

La relación de la vegetación con las afectaciones antrópicas sufridas por las dunas de las playas se pueden resumir como sigue:

- ◆ Las tecnologías constructivas para las urbanizaciones en las Playas del Este implicaban el buldoceo y arrastre de toda la duna hacia la orilla y la eliminación de la vegetación original, de este modo los que vendían estos terrenos mostraban ante los inversionistas más amplios los terrenos para facilitar los procesos constructivos. Estos procesos

- ◆ condujeron a la pérdida de la mayoría de las especies arbustivas propias de las post-dunas y facilitaron los procesos de migración eólica de la arena hacia el interior del territorio (Fig. 13).



Fig. 12. Diferentes afectaciones a las dunas en las Playas del Este: **a)** Apertura de boca-calles para evacuar aguas pluviales y albañales, **b)** Destrucción de la cobertura vegetal en torno a los kioscos, **c)** Acumulación de desperdicios sólidos en las dunas, **d)** Trazado anárquico de caminos sobre las dunas, **e)** Tránsito de vehículos sobre las dunas, **f)** Nociva permanencia del antiguo bulevar pavimentado frente a las dunas.



Fig. 13. Destrucción total de las dunas para la construcción en Playas del Este en la década de los '50 del pasado siglo.

- ◆ Al comparar los resultados con los obtenidos por Águila *et al.* (1995) en la Cayería Norte de Camagüey-Ciego de Ávila, solo es posible reconocer fisonómicamente los herbazales de las dunas, pero no los matorrales y palmares de post-duna, de ellas quedan tan solo algunas especies dispersas sobrevivientes incapaces de cumplir las funciones ecológicas de la formación a que pertenecían

- ◆ La siembra masiva de *Casuarina equisetifolia* condujo a que con la sombra se eliminaran o redujeran considerablemente las especies heliófilas típicas de los herbazales de las dunas.
- ◆ La tala masiva de las casuarinas y su acarreo mecanizado sin disponer de un claro conocimiento del papel de las siembras de rehabilitación sobre las dunas, condujo a la devastación total de los restos de vegetación que quedaban aislados
- ◆ La emersión constante de barras de arena desde los fondos cercanos que estaban imposibilitadas de hacerlo durante la ocupación por árboles sobre las dunas, y la masiva migración eólica de las arenas hacia el interior del territorio al carecerse de vegetación alguna que pudiera retenerla condujo a grandes pérdidas de arena tierra adentro
- ◆ El relleno de gran parte del sistema de humedales que se ubicaba detrás de la playa y hasta las colinas al sur. Este sistema lacustre actuaba, y aún de cierta forma actúa, limitadamente en el amortiguamiento de las grandes inundaciones originadas por fuertes lluvias o por penetraciones del mar; con ello se ha aumentado considerablemente la vulnerabilidad de la zona y se ponen a riesgo las inversiones turísticas y los asentamientos poblacionales en estas playas. Un ejemplo de los efectos concretos de esta vulnerabilidad se produjo cuando se rompieron las barras de arena durante las crecidas del Río Itabo debido a las tormentas originadas por una fuerte onda tropical ocurrida en el verano de 1982 y cuyos daños aún pueden apreciarse (Fig. 14 a y b).
- ◆ La no demolición del largo bulevar pavimentado que corría a lo largo de la Playa de Santa María del Mar, ha

imposibilitado el flujo normal de las arenas entre la ante-playa y las dunas, impidiendo que la vegetación típica del frente de duna se establezca

- ◆ La construcción de kioscos y ranchones ligeros sobre las dunas o frente a ellas está provocado una circulación anárquica de las personas y los vehículos de suministro sobre y a través de las dunas, destruyendo la vegetación con el pisoteo y provocando que el viento erosione las dunas formando profundas cárcavas de erosión que en forma parabólica avanzan hacia el interior de las dunas y hacia la Post-Duna
- ◆ Es muy frecuente observar desechos sólidos dispersos entre las dunas debido a la carencia de control sobre la conducta de los visitantes y también sobre los empleados que atienden los kioscos durante el verano. Esta contaminación de las dunas con desperdicios sólidos evita el adecuado desarrollo de las plantas, causa afectaciones a la fauna local y deteriora escénicamente un producto turístico de primera calidad
- ◆ La sistemática limpieza de las áreas de baño trae aparejada junto a los beneficios de la eliminación de desperdicios de la actividad humana, la eliminación de propágulos y semillas de plantas que pueblan la primera línea de las dunas. Además se eliminan por esta vía restos de algas marinas y otros desperdicios de origen marino que contribuyen a nutrir con su descomposición las arenas de las dunas (Fig.15).

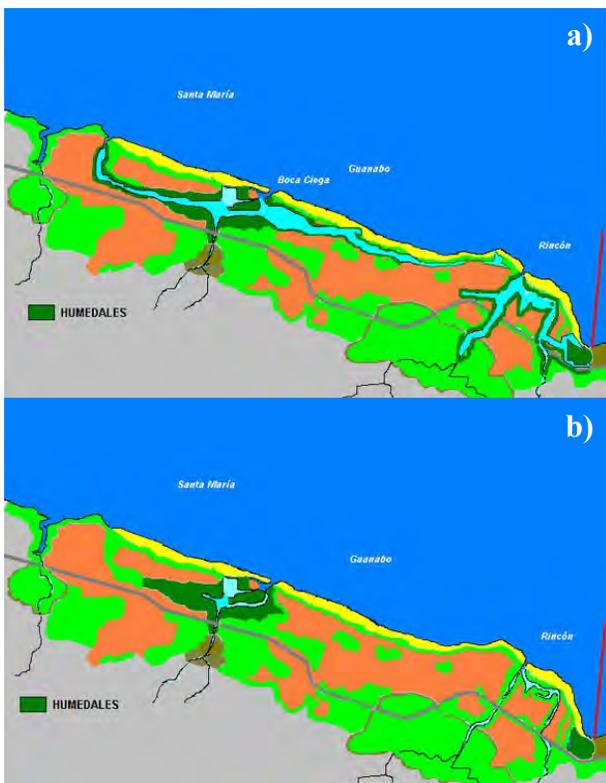


Fig. 15. Detritus y semillas traídos por la marea

- ◆ La carencia de un sistema efectivo de desagüe pluvial y albañal en la zona de Guanabo conduce a impactos muy fuertes como son como el derrame de albañales en la playa o la apertura periódica de las barras de dunas en las boca-calles con equipos automotores pesados con el fin de evacuar las aguas acumuladas con la concomitante destrucción de la barra de arena impidiendo la estabilización de las dunas
- ◆ La chapea periódica de los herbazales de la Post-Duna que si bien confiere a las playas un aspecto menos agreste y de cierto modo evita la propagación de los eventuales incendios resulta, no obstante, costosa y elimina las posibilidades de implantación de las especies arbustivas tan necesarias para estabilizar las dunas evitando el avance de las arenas hacia tierra adentro
- ◆ La carencia de un control efectivo de plantas invasoras está facilitando a una flora ajena al ecosistema entrar a competir

Fig. 14. Comparación que muestra la reducción aproximada de los humedales en Playas del Este. a) Humedal original, b) Humedal actual.

con las especies locales y provocar, junto a la pérdida de valores escénicos, el debilitamiento de las capacidades del ecosistema para soportar los factores ambientales adversos de la línea de costa

- ◆ La carencia o insuficiencia de los programas de educación ambiental para los trabajadores del sector turístico, provoca incompreensiones sobre el valor de las medidas ambientales que se han implementado; además las campañas de educación ambiental de la población residente y los bañistas visitantes es aún insuficiente en contenido e intensidad y ello se expresa en el escaso apoyo en las tareas de higienización que se ejecutan.

REFERENCIAS

- Acevedo-Rodríguez, P y M.T. Strong. 2005. *Monocotyledons and Gymnosperms of Puerto Rico and Virgin Islands*. Smithsonian Institution, Washington, DC
- Águila, N., P. Moreno-Casasola, L. Menéndez, R. García, & C. Chiappy. 1995. Vegetación de las dunas Lomas del Puerto (Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba). *Fontqueria* 42: 243-256.
- Alain, Hno. 1964. *Flora de Cuba*, V. Asociación de estudiantes de ciencias biológicas, Publicaciones, La Habana, 363 pp.
- 1974. *Flora de Cuba*. Suplemento. Instituto Cubano del Libro, La Habana, 150 pp
- Álvarez A y Nancy Ricardo (en prensa) Flora y vegetación de las "Playas del Este", Ciudad de La Habana, Cuba I Flora de las dunas. *Acta Bot. Cub.*
- Areces F. y P.A. Fryxell, 2007. *Malvaceae*. In: *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas vasculares*, 13. Königstein.
- Bäsler, M. 1998. *Mimosaceae*. En: *Flora de la República de Cuba. Serie A Plantas Vasculares*. Koeltz Scientific Books. Fascículo 2, 202 pp.
- Beyra A. 1988. Las Leguminosas (Fabaceae) de Cuba I (Crotalariaeae, Aeschinomenae, Millettiae y Robinieae) *Collectanea Botanica* 4: 149-332.
- Beyra A., G .Reyes, L. Hernández y P. Herrera. 2004. Revisión taxonómica del género *Canavalia* DC. (Leguminosae Papilionoideae) en Cuba. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 28 (107): 157-175.
- Capote R, P. & R. Berazaín, 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Rev. Jard. Bot. Nac.* (5)2: 27-75
- Castillo S., J. Popma y P. Moreno-Casasola. 1998. Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. *Journal of Vegetation Science*. 2:73-88.
- 1991. Análisis de la flora de las dunas costeras del litoral atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*. 45:55-80.
- Ellenberg, H. y D. Müller-Dombois. 1966. Tentative physiognomic ecological classification of plant formation of earth. *Ver. Geobot. Inst. Rübél*, 37:21-56.
- Espejel, I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán. I. Análisis florístico del estado de Yucatán. *Biótica* 9(2): 183-210.
- 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *J. Biogeog.* 14: 499-519.
- García R., A. Valdés, A. Priego y P. Herrera. 1993. Vegetación original y actual del sector de "Playas del Este" en Ciudad de La Habana, Cuba. *Fontqueria* 36: 429-437.
- Genes E., J. R. Martínez, A. L. Toledo y M. González. 2000. Composición del Complejo de Vegetación de Costa Arenosa en las playas de la Ensenada de Sibarimar, Ciudad de la Habana, CUBA." Playa de Santa María del Mar. [Informe científico Inédito]. PROGRAMA SIBARIMAR, Museo Municipal de la Habana del Este, Ciudad de la Habana. Cuba.
- González P., I Suárez, R. Almaguer y A. Vega. 2006. Vegetación y flora de la localidad Bahía de Cananota-Bahía de Cebollas, Frank Pais, Holguín. *Acta Bot. Cub.* 193:1-13.
- Herrera P. 2007. Sistema de clasificación artificial de las magnoliatas sinántropas de Cuba. [inédito]. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología y Sistemática. 299 pp.
- Hesp, P. 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology* 48. pp 245-268.
- Howard, R. A. 1979. *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands*, 3. Jamaica Plain.
- 1988. *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands*, 4. Jamaica Plain.
- 1989a. *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands*, 5. Jamaica Plain.
- 1989b. *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands*, 6. Jamaica Plain.
- León, H. 1946. *Flora de Cuba*. Vol I. Contr. Mus. Hist. Nat. Colegio de La Salle, No. 8. Cultural, S.A. La Habana, 441pp.
- León, H. y H. Alain. 1951. *Flora de Cuba*. Vol. II. Contr. Mus. Hist. Nat. Colegio de La Salle, No. 10, Imp. P. Fernández y Cía, La Habana, 456pp.
- 1953. *Flora de Cuba*. Vol. III. Contr. Mus. Hist. Nat. Colegio de La Salle, No.13, Imp. P. Fernández y Cía, La Habana, 502pp.
- 1957. *Flora de Cuba*. Vol. IV. Contr. Mus. Hist. Nat. Colegio de La Salle, No. 16, Imp. P. Fernández y Cía, La Habana, 556pp.
- Liogier, A. H. 1982. La Flora de la Española. Vol. I. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. VI, *Serie Científica* XII, Santo Domingo. Rep. Dom., 317pp.
- 1983. La Flora de la Española. Vol. II. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. XLIV, *Serie Científica* XV, Santo Domingo. Rep. Dom 420pp.
- 1994b. La Flora de la Española. Vol. VI. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LXX, *Serie Científica* XXVII, Santo Domingo. Rep. Dom., 518pp.
- 1985a. La Flora de la Española. Vol. III. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LVI, *Serie Científica* XXII, Santo Domingo. Rep. Dom., 431pp.
- 1985b. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta*. Vol. I. Casuarinaceae to Connaraceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana, Ediciones de la UCE, Editora Taller, 377pp.
- 1986. La Flora de la Española. Vol. IV. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LXIV, *Serie Científica* XXIV, Santo Domingo. Rep. Dom., 377pp.
- 1988. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta*. Vol. II. Leguminosae to Anacardiaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 481pp.
- 1989. La Flora de la Española. Vol. V. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LXIX, *Serie Científica* XXVI, Santo Domingo. Rep. Dom., 398pp.
- 1994a. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta*. Vol. V. Acanthaceae to Compositae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 436pp.
- 1994b. La Flora de la Española. Vol. VI. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LXX, *Serie Científica* XXVII, Santo Domingo. Rep. Dom., 518pp.
- 1995a. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta*. Vol. IV. Melastomataceae to Lentibularaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 617pp.
- 1995b. La Flora de la Española. Vol. VII. Universidad

- Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXXI, *Serie Científica XXVIII*, Santo Domingo. Rep. Dom., 491pp.
- 1996. La Flora de la Española. Vol. VIII. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXXII, *Serie Científica XXIX*, Santo Domingo. Rep. Dom. 588pp.
- 1997. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta*. Vol. V. Acanthaceae to Compositae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 436 pp.
- 2000. *La Flora de la Española*. Vol. 9 (Primera edición). Melastomataceae. Jardín Botánico Nacional “Rafael María Moscoso”, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, 151 págs.
- Méndez, I. 2003. *Verbenaceae*. En: *Flora de la República de Cuba*. Serie A Plantas Vasculares. Koeltz Scientific Books. Fascículo 7/3. 1-126.
- Menéndez L., J. Fernández, R. García, P. Herrera, R. Vandama, A. Cardenas y L. Moreno 1995. Biodiversidad del área costera natural en la península de Ancón (Cuba). *Fontqueria* 42: 91-102.
- Moreno-Casasola P. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras.: Factores físicos. *Biótica*, 7(4): 578-602.
- 1986. Sand movement as a factor in the distributions in coastal dunes system. *Vegetatio* 65: 67-76.
- 1988. Patterns of plant species distribution on coastal dunes along the Gulf of Mexico. *J. Biogeogr.* 15:787-806.
- Moreno-Casasola P. y I. Espejel. 1986. Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Vegetatio* 66: 147-182.
- Moreno-Casasola P. y G. Vásquez. 1999. The Relationship between Vegetation Dynamics and Water Table in Tropical Dune Slacks. *Journal of Vegetation Science*.10 (4): 515-524.
- Moreno-Casasola P., E. van der Maarel, S. Castillo, M. L. Huesca y I. Pisanty. 1982. Ecología de la vegetación de las dunas costeras: Estructura y composición en el Morro de la Mancha, Ver.I. *Biótica* 7(4): 491-526.
- Ramírez E. y J Foyo. 1984. Procesos de erosión y acumulación en las “Playas del Este”. [Informe Científico [Inédito] Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Rankin, R. 2003. Polygalaceae. En: *Flora de la República de Cuba*. Serie A Plantas Vasculares. Koeltz Scientific Books. Fascículo 7/1. 1-52.
- Raunkiaer, C. 1934. *The Live Forms of Plants and Statistical Plant Geography*, Clarendon Press, Oxford.
- Ricardo N. [en prensa]. Sinantropización como indicador de la salud del bosque siempreverde de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. *Acta Bot. Cub.*
- Ricardo N., P. Herrera y E. Poyú, 1995. The synanthropic flora of Cuba. *Fontqueria* 42: 367-430.
- Richards P. W., A.G. Tansley y A.S. Watt. 1940. The recording of structure life forms and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. *J. Ecol.* 28:224-339.
- Rodríguez A. 2000a. Elaeocarpaceae. In: *Flora de la República de Cuba*. Series A. Plantas vasculares, 3(3). Königstein.
- 2000b. Sterculiaceae. En: *Flora de la República de Cuba*. Serie A Plantas Vasculares. Koeltz Scientific Books. Fascículo 3/4. 1-68.
- 2000a. Elaeocarpaceae. En: *Flora de la República de Cuba*. Serie A Plantas Vasculares. Koeltz Scientific Books. Fascículo 3/3. 1-12.
- Roig, J. T. 1988a. *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*, ed. 2, reimpr. 1, 1-2. La Habana.
- 1988b. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*, ed. 3, reimpr. 3, 1-2. La Habana.
- Samek, V. 1973. Vegetación litoral de la Costa Norte de la Provincia de La Habana. – Acad. Ciencias. Cuba, *Ser. Forest.* 18.
- Sosa M, F. Arteaga, M. Álvarez y L. Vega. 1993. Comportamiento de las variaciones del perfil de playa en las “Playas del Este” de Ciudad de la Habana. [Informe Científico, Inédito]. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Sosa M. y L. Rivas. 1995. Variaciones espacio-temporales en el comportamiento del perfil de playa en Santa María y Guanabo. [Informe Científico, Inédito]. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Sosa M., L. Rivas, R. Guerra, M. F. Hernández y R. García. 2005. Análisis actual de los procesos erosivos en las “Playas del Este” de Ciudad de la Habana. [Informe Científico, Inédito]. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Alberto Álvarez de Zayas. Inv. Auxiliar. Doctor en Ciencias Biológicas. Especialista en Taxonomía de Plantas Vasculares, Ecología de Playas, Diseño Ambiental, Paisajismo, Jardinería Ecológica y Plantas Ornamentales del Centro Nacional de Biodiversidad. Instituto de Ecología y Sistemática.

✉ albertoalzey@ecologia.cu
