

ARTÍCULO ORIGINAL

LOS PASTOS MARINOS DEL GOLFO DE GUANAHACABIBES, PINAR DEL RÍO, CUBA

Seagrasses at Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba

Eduardo Gabriel Torres Conde^{1*}, Beatriz Martínez-Daranas¹

¹ Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, calle 16 No.114, Playa, CP11300, La Habana, Cuba.

* Autor para correspondencia:
etorresconde2@gmail.com

Recibido: 5.4.2017

Aceptado: 14.11.2017

RESUMEN

Para actualizar el conocimiento sobre el estado de los pastos marinos en el golfo de Guanahacabibes se realizaron muestreos en 24 estaciones. Los muestreos se hicieron con un marco de 25 x 25 cm que se lanzó al azar 12 veces en transectos de 30 m. En cada marco se estimó visualmente la cobertura por especie de angiospermas y de las macroalgas en conjunto. Para *Thalassia testudinum* Banks ex König, se estimó la densidad de vástagos y se calculó el índice de área foliar (IAF). Se hallaron pastos marinos en buen estado de conservación, con predominio de *T. testudinum* en la mayoría de las estaciones, con una cobertura de 36,2% (media) para toda el área. Con menor frecuencia y con valores de cobertura menores se encontraron *Syringodium filiforme* Ascherson, *Halodule wrightii* Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld y *Halophila engelmanni* Ascherson in Neumayer. En dos estaciones no se observaron pastos marinos. Estos resultados coinciden con la distribución general observada hace 35 años. Las macroalgas se hallaron con una cobertura media de 8,0%, con predominio del orden Bryopsidales (Chlorophyta). Se observaron variaciones en la densidad de vástagos (0-784,0 vast.m⁻²), la altura (5-80 cm) y el Índice de Área Foliar (IAF) de *T. testudinum* (0,3-3,2), entre las estaciones. Esta especie tuvo valores del IAF menores de 0,8 en estaciones más tranquilas, resguardadas por cayos de mangle, o en zonas más expuestas al oleaje que puede partir las hojas. Los resultados obtenidos permiten aseverar que se mantiene la presencia de pastos marinos en buen estado de conservación en el golfo de Guanahacabibes, de modo semejante a lo encontrado hace 35 años, aunque resultaría conveniente realizar un análisis de las variaciones temporales de estos organismos, así como ampliar el estudio a otras zonas del golfo.

PALABRAS CLAVES: angiospermas marinas, Cuba, pastos marinos, índice de área foliar.

ABSTRACT

To update the knowledge on the state of seagrasses in the gulf of Guanahacabibes, 24 sites were sampled. Sampling was made using a quadrat of 25 x 25 cm that was haphazardly thrown 12 times

along 30 m transects. In each quadrat, the cover of species seagrass and macroalgae was visually estimated. For *Thalassia testudinum* Banks ex König, the short shoots density were estimated in each quadrat and Leaf Area Index (LAI) was calculated. Seagrass meadows in good condition were found, with a predominance of *T. testudinum* in most of the sites, with a cover of 36,2% (mean) in the whole area. *Syringodium filiforme* Ascherson, *Halodule wrightii* Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld y *Halophila engelmanni* Ascherson in Neumayer were less frequently found and with lower cover values. In two sites, seagrasses were not observed. These results match with the general distribution observed 35 years ago. Seaweeds were found with a mean cover of 8,0%, with predominance of order Bryopsidales (Chlorophyta). Variations in the short shoots density (0-784,0 shoots.m⁻²), height (5-80 cm) and leaf area index (0,3-3,2) of *T. testudinum* were found among sites. This species had values of LAI lower than 0,8 in sites more sheltered and protected by the mangroves keys, or in more exposed to waves areas that can break the leaves. Results allow concluding that seagrasses in good condition in the gulf of Guanahacabibes are still present, similar to what found 35 years ago, although it would be convenient to analyze temporal variability and to broaden the study to other zones of the gulf.

KEYWORDS: marine angiosperms, Cuba, seagrasses, leaf area index.

INTRODUCCIÓN

Los pastos marinos son extensiones del fondo marino donde predominan angiospermas marinas que crecen con gran éxito. Este ecosistema es uno de los productores primarios de mayor importancia en la mayoría de los ecosistemas marinos de las zonas costeras (Waycott *et al.*, 2009). Entre otros aspectos está, además, su aporte a los ciclos energéticos del ecosistema, dada su alta tasa de producción y su contribución al detrito, así como a la regulación del clima,

por su aporte de oxígeno y la contribución al secuestro de carbono (Nelleman *et al.*, 2009). Provee de hábitat, soporte y refugio para otros organismos, favoreciendo la biodiversidad marina, soportando así algunas de las pesquerías más importantes de las zonas costeras. Por otra parte, las angiospermas marinas poseen un sistema radicular que les permite ser estabilizadores de los sedimentos. Los bienes y servicios que aportan a escala global, junto a los lechos de algas, han sido estimados en \$28,916 ha⁻¹ año⁻¹ (Costanza *et al.*, 2014).

Los pastos marinos son vulnerables al desarrollo antrópico en las zonas costeras y se han producido pérdidas importantes en estos ecosistemas en todo el planeta, con un estimado del 7% anual (Waycott *et al.*, 2009). Estas pérdidas se deben, fundamentalmente, a la eutrofización (por incremento de los aportes de materia orgánica y nutrientes al mar), sedimentación (por deforestación de la zona costera y alteraciones de la zona costera) y perturbaciones mecánicas (por dragados, anclaje de embarcaciones y pesquería de arrastre) (Borum *et al.*, 2004; Martínez-Daranas *et al.*, 2009). También se han observado ya cambios en los pastos marinos debidos al cambio climático en varias zonas del mundo (Marbà *et al.*, 2015).

El primer trabajo que resume las angiospermas marinas cubanas es la Flora de Cuba de Sauget (1946). Den Hartog (1970) revisó ejemplares cubanos colectados por Mr. Charles Wright en el siglo XIX. Las primeras investigaciones sobre la ecología de pastos marinos en Cuba fueron realizadas por Buesa (1974, 1975), quien estudió este ecosistema entre abril de 1972 y enero de 1973, en la zona noroccidental de Cuba.

Se han realizado otros estudios sobre la distribución de angiospermas y macroalgas

marinas en la bahía de Corrientes, al sur de la península de Guanahacabibes (Valdivia *et al.*, 2004), donde predominan las macroalgas en biotopos rocosos y en arrecifes coralinos. Entre las angiospermas marinas se encontraron *Thalassia testudinum* Banks ex König y *Syringodium filiforme* Kützinger in Hohenaker en parches aislados y no se observaron grandes praderas típicas de estas poblaciones.

Esquivel Céspedes *et al.* (2010) y Martínez-Daranas y Macías Reyes (2013) compilaron listas de especies del macrofitobentos que habían sido registradas para el sur del Parque Nacional (PN) Guanahacabibes y la Reserva Ecológica (RE) Los Pretiles, al norte. No obstante, no se cuenta con una información actualizada sobre el estado de los pastos marinos en el golfo de Guanahacabibes desde los años 70 del siglo xx.

Entre los indicadores más utilizados para evaluar el estado de estos ecosistemas se encuentran la cobertura de angiospermas y macroalgas, la densidad de vástagos y el Índice de Área Foliar (IAF) (CARICOMP, 2001; Martínez-Daranas *et al.* 2014). Este índice representa la superficie foliar de que dispone la planta para interceptar la radiación solar, pues resume el área de las hojas con la cantidad de hojas por vástago y la densidad de vástagos por unidad de área. El IAF ha sido empleado fundamentalmente para caracterizar la canopia de los ecosistemas terrestres y está relacionado con diferentes procesos, incluyendo su productividad y la relación de ésta con factores ambientales (Bréda, 2003; Bréda *et al.*, 2008), pero hay pocas referencias de su uso en pastos marinos. Gracias a la red de monitoreo CARICOMP se ha podido observar en una relación directa entre la biomasa, la productividad foliar, la densidad

de vástagos y el IAF para *T. testudinum*. Por ello, las variables antes mencionadas fueron utilizadas en el presente trabajo con el objetivo de conocer las condiciones actuales de este ecosistema en el golfo de Guanahacabibes.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El golfo de Guanahacabibes se encuentra al norte de la isla de Cuba, limitado al sur, por la costa norte de la península del mismo nombre; al este y noreste por la costa noroeste de la provincia de Pinar del Río; y al noroeste por el banco Sancho Pardo, extremo extremo occidental del archipiélago de los Colorados (Fig. 1). Las costas son bajas, pantanosas y cubiertas de mangles con algunos segmentos de playas. El relieve submarino es irregular con profundidades entre 5 a 25 m. Cerca de la costa el fondo es aplacerado. Al centro se encuentran las mayores irregularidades del relieve que forman pequeños depósitos de arena bordeados de corales (Comisión Nacional de Nombres Geográficos, 2000).

La península de Guanahacabibes fue declarada en 1987 por la UNESCO como Reserva de la Biosfera, y en el 2001 fue declarada como Parque Nacional (PN) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP) (Estrada *et al.*, 2003). La zona marina del parque tiene una extensión de 1624,3 km² y está bordeada por arrecifes coralinos. La población más cercana se encuentra a 70 km y tiene aproximadamente 40 mil habitantes, donde la pesca es uno de los principales impactos humanos (Valdivia *et al.*, 2004). El uso del área está limitado a la pesca comercial ejecutada por el Ministerio de la Industria Alimentaria y al buceo recreativo, llevado a cabo por el Centro Internacional de Buceo

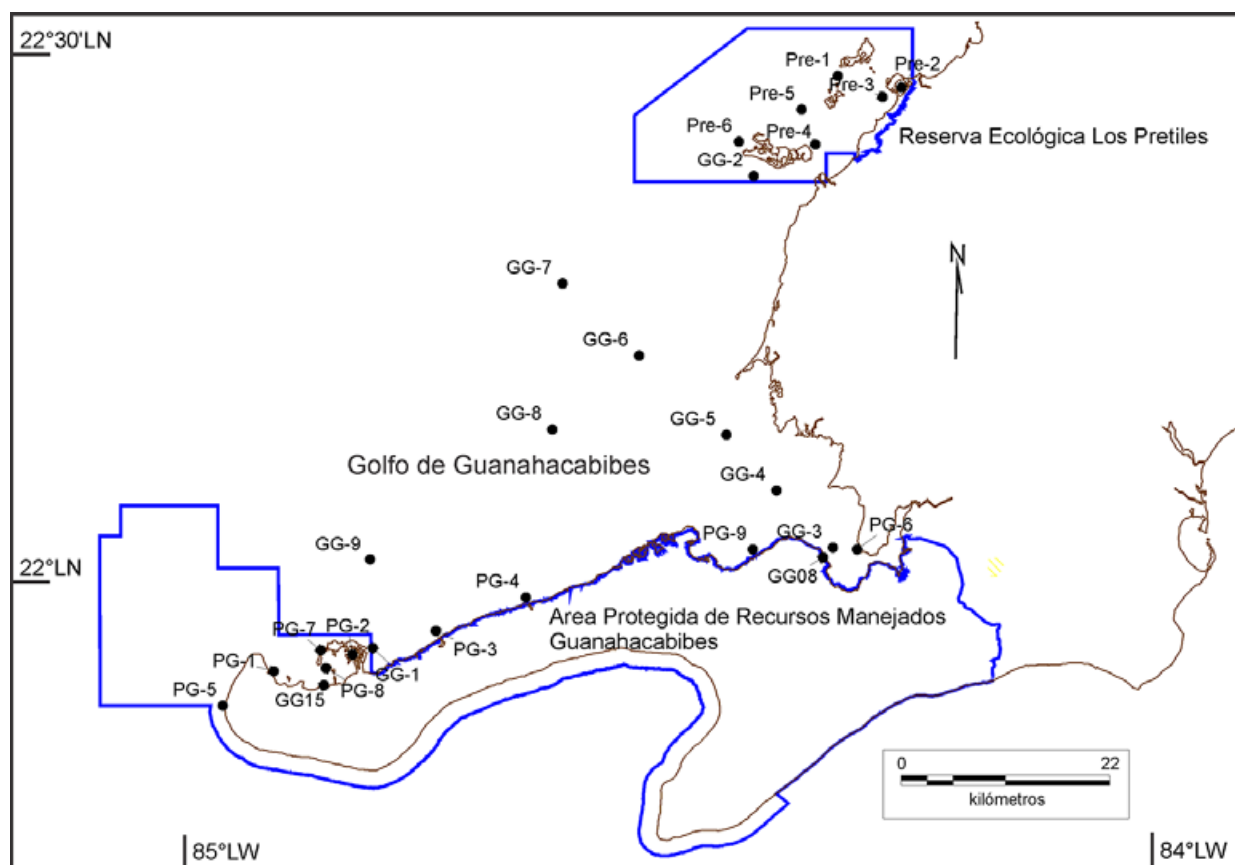


Fig. 1. Mapa con la localización de las estaciones y los límites de las Áreas Protegidas en el área de estudio.

de María La Gorda. El PN se encuentra incluido en el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) del mismo nombre, una categoría más amplia del SNAP que incluye nuevas zonas marinas y terrestres (Hernández, 2014). Además, hacia la zona noreste del golfo se encuentra la RE Los Pretiles (Fig. 1), que también forma parte del SNAP desde 2009.

Toma de datos

Para caracterizar los pastos marinos del golfo, se realizó una prospección y toma de datos de campo *in situ* en 24 estaciones georreferenciadas con GPS (Fig. 1) dentro del Golfo de Guanahacabibes, desde el extremo nororiental (RE Los

Pretiles) hasta el más occidental de la península; se cubrió desde el límite externo de la plataforma hasta la línea costera (Tabla 1). Parte de los datos fueron obtenidos del Sistema de Monitoreo de la Biodiversidad del SNAP en seis estaciones de la RE Los Pretiles, en marzo de 2010 (Pre-1 a Pre-6) y en nueve estaciones del APRM Guanahacabibes en mayo de 2011 (PG-1 a PG-9) (Martínez-Daranas *et al.*, 2014). Se tomaron observaciones y se realizaron nuevos muestreos en nueve estaciones en junio de 2014 (GG-1 a GG-7; Tabla 1), incluyendo puntos fuera de estas áreas protegidas. En todos los casos, se midió la profundidad con un batímetro de buceo.

Tabla 1. Sitios donde se realizaron los muestreos, profundidad (m), fecha del muestreo y características del biotopo de cada uno. Pre: Refugio de Fauna Los Petriles; PG – área Protegida de Recursos Manejados Guanahacabibes; GG – Golfo de Guanahacabibes.

Sitios	Profundidad	Fecha	Tipo de biotopo
Pre-1	5,0	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
Pre-2	4,0	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
Pre-3	2,5	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
Pre-4	2,7	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
Pre-5	5,5	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
Pre-6	4,0	Marzo/2010	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
PG-1	3,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo fangoso
PG-2	1,7	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo fangoso
PG-3	3,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
PG-4	2,7	Mayo/2011	Pastos marinos en arena gruesa
PG-5	1,0	Mayo/2011	Pastos marinos en arena gruesa
PG-6	3,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo fangoso
PG-7	2,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo fangoso
PG-8	3,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo arenoso-fangoso
PG-9	4,0	Mayo/2011	Pastos marinos en fondo duro con capa de arena
GG-1	3,5	Junio/2014	Pastos marinos en fondo fangoso
GG-2	5,0	Junio/2014	Pastos marinos en fondo fango-arenoso
GG-3	9,8	Junio/2014	Fondo fangoso muy fino con <i>Halophila</i> spp.
GG-4	5,0	Junio/2014	Pastos marinos en fondo fangoso
GG-5	7,0	Junio/2014	Pastos marinos en fondo fangoso-arenoso
GG-6	15,5	Junio/2014	Fondo plano con arena fina
GG-7	7,6	Junio/2014	Pastos marinos en arena fina
GG-8	23,4	Junio/2014	Fondo rocoso con capa fina de sedimento.
GG-9	5,0	Junio/2014	Pastos marinos en fondo arenoso

Para evaluar los pastos marinos se empleó el método de dos transectos perpendiculares de 30 m de longitud, según el protocolo de monitoreo de pastos marinos de Martínez-Daranas *et al.* (2013). En cada transecto, se colocaron aleatoriamente seis marcos cuadrados de 25 x 25 cm hasta un total de 12. En cada marco se estimó visualmente la cobertura en porcentaje de las especies de angiospermas identificadas

in situ y de las macroalgas en su conjunto, así como se contó la cantidad de vástagos de *T. testudinum* para estimar la densidad por unidad de área. Se recolectaron 10 vástagos de *T. testudinum* al azar para realizar mediciones del largo y ancho de las hojas para estimar el Índice de Área Foliar (IAF) de *T. testudinum*. Para ello, las hojas de los vástagos recolectados fueron separadas, contadas y medidas en el laboratorio.

Las mediciones del largo y ancho de las hojas de *T. testudinum* se realizaron con una regla graduada. El Índice de Área Foliar de *T. testudinum* para cada sitio se calculó mediante la fórmula (Bulthuis, 1990):

IAF = Largo x Ancho x Densidad de vástagos x No. Hojas por vástago.

Las especies de angiospermas fueron identificadas siguiendo el criterio de Van Tussenbroek *et al.* (2010). Las macroalgas observadas fueron anotadas hasta el nivel de género (Littler y Littler, 2000).

ANÁLISIS DE LOS DATOS:

Se utilizaron métodos de estadística clásica para estimar las variables medidas en los pastos marinos. Todas las variables son continuas, por lo que se estimó la media y la desviación estándar.

Con el objetivo de observar las variaciones espaciales de la densidad de vástagos de *T. testudinum* y de su IAF se emplearon los datos del APRM Guanahacabibes y del golfo homónimo. Se comprobó la normalidad de los datos mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y la de Shapiro-Wilks y la homogeneidad de varianza mediante la prueba de Levene y Brown-Forsythe. Al no cumplirse con las premisas, se realizó un análisis de varianza no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de comparación múltiple de rangos de medias con el programa Statistica 10 Statsoft Inc., 1984-2011). Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significación de 0,05.

En el caso de la RE Pretiles, solamente se contó con los promedios por sitio de la cobertura por especies, por lo que no se incluyeron en los análisis estadísticos, pero sí en los mapas. Estos se elaboraron con el programa MapInfo Professional 10.5.

RESULTADOS

Se encontraron cinco especies de angiospermas marinas: *S. filiforme*, *Halodule wrightii* Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld, *Halophila engelmanni* Ascherson in Neumayer y *T. testudinum*, que predominó en casi todas las estaciones. Esta última se encontró entre 1,0 y 7,6 m de profundidad; solo dos de las estaciones de este estudio con esta especie se encontraron a más de 5 m: GG-5 a 7,0 m, donde se presentaron valores de densidad algo bajos y GG-7 a 7,6 m, que tuvo los mayores valores de densidad. Donde la profundidad fue mayor (entre 9,8 y 23,4 m), no se encontraron los pastos marinos típicos con predominio de *T. testudinum*. *S. filiforme* apareció en solo 10 estaciones, y estuvo distribuida entre 1,0 y 5,0 m de profundidad, con los mayores valores de cobertura entre 1,7 (PG-2) y 5,0 m (Pre-1). *H. wrightii* se encontró entre 1,7 y 3,5 m de profundidad, con los mayores valores de cobertura en PG-2 y PG-7, con alrededor de 2 m de profundidad. *H. decipiens* y *H. engelmanni* alcanzaron la mayor profundidad con pastos marinos (9,8 m en GG-3).

La cobertura total de la vegetación marina varió entre 16 y 100% en las estaciones con pastos marinos. (Fig. 2), con un promedio de $36,2 \pm 27,2\%$ (media $\pm$ desviación estándar) para *T. testudinum*. Los valores menores de cobertura para esta especie fueron encontrados en PG-2 (1,1%) y en Pre-1 (45%), estaciones donde predominó *S. filiforme* con un 41,4% y 55%, respectivamente. *H. wrightii* tuvo una cobertura promedio de $5,4 \pm 20\%$ y los mayores valores de esta especie fueron en PG-2 (22,5%) y PG-7 (26,7%). *H. decipiens* y *H. engelmanni* se presentaron solas en la estación GG-3 con una cobertura estimada de 5% para cada una. *H. engelmanni* también se

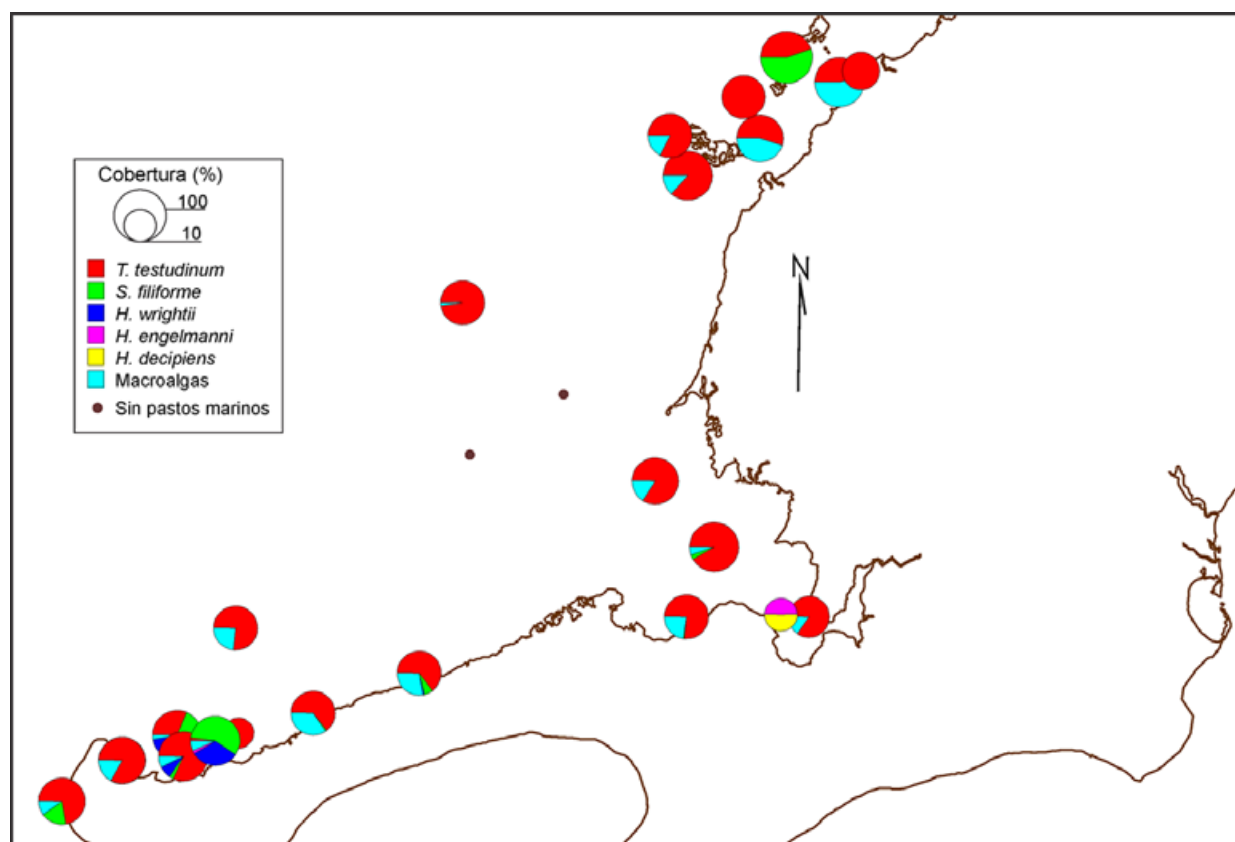


Fig. 2. Cobertura promedio del macrofitobentos de las estaciones con pastos marinos en el golfo de Guanahacabibes.

encontró con una cobertura de un 1,6% en PG-2. La cobertura de macroalgas promedió $8,0 \pm 9,8\%$, con la mayor cobertura en Pre-3 (18,4%), un mínimo en GG-7 (1,2%) y estuvieron ausentes en cinco estaciones (Fig. 2). Todas las macroalgas observadas fueron del orden Bryopsidales (géneros *Avrainvillea*, *Caulerpa*, *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhypocephalus* y *Udotea*). En GG-8, donde no hubo pastos marinos, también se observó *Lobophora* sp.

La densidad de vástagos de *T. testudinum* presentó una media de $369,0 \pm 173,1$ vast.m⁻² (media $\pm$ desviación estándar) donde apareció, con diferencias entre las estaciones, de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis (Fig. 3). Se destacaron las estaciones PG-2, con los menores valores

(mediana = 0,0 vast.m⁻²) y GG-7 con los mayores (mediana = 608 vast.m⁻²), de acuerdo con la prueba de comparación de medias por rangos (Fig. 3).

La cantidad de hojas por vástago de esta especie estuvo entre 2 y 4; la altura de las hojas varió entre 5 y 80 cm y el ancho entre 0,4 y 7 mm. El IAF de *T. testudinum* presentó valores entre 0,13 y 10,28 entre los marcos analizados. Se detectaron diferencias entre las estaciones en el IAF, donde GG-4 alcanzó los valores más altos (mediana = 2,36) y PG-2, los menores (mediana = 0,0; Fig. 4). En el 60% de las estaciones, el IAF tuvo una mediana mayor que 1,0. Los valores de la mediana del IAF mayores que 2 se alcanzaron donde la densidad de vástagos fue mayor de 328 vast.m⁻² y la altura

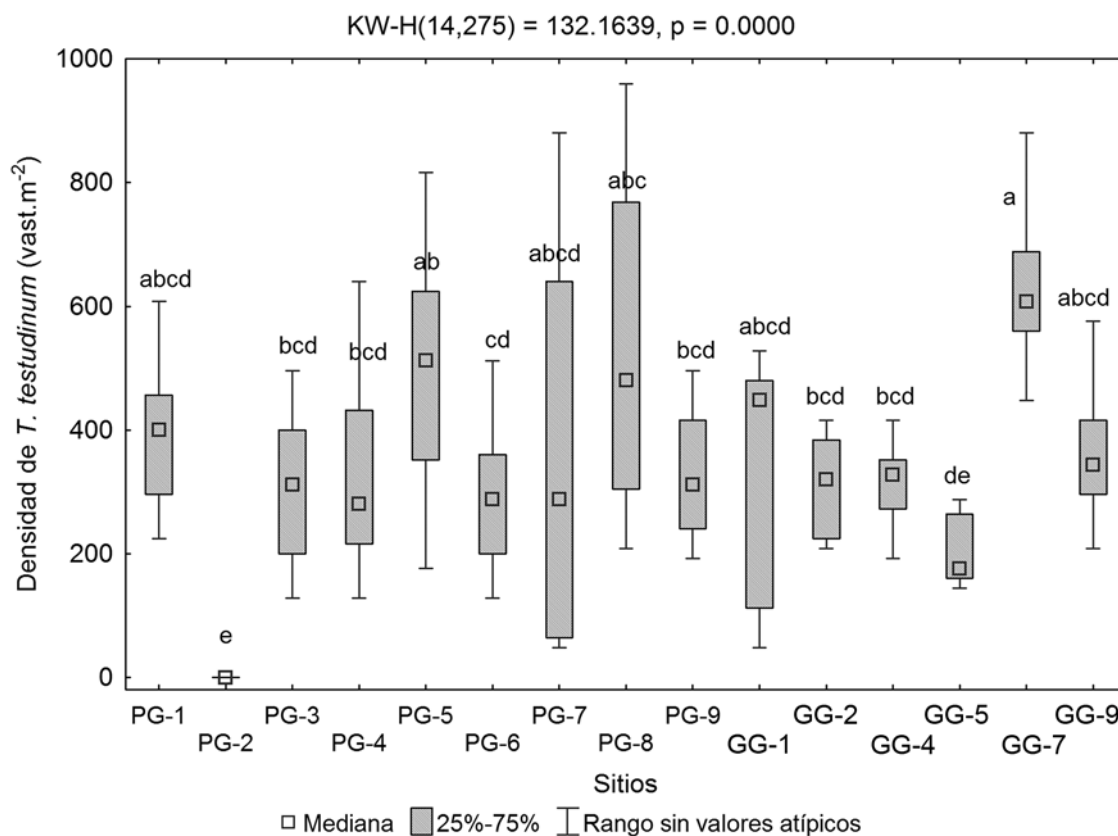


Fig. 3. Diferencias en la densidad de vástagos de *T. testudinum* por estaciones en el golfo de Guanahacabibes, Cuba. Letras diferentes indican las diferencias significativas.

de las hoja fue superior de 20 cm (PG-8, GG-2 y GG-4). El IAF tuvo valores de la mediana menores de 0,8 donde la densidad de vástagos fue más baja (PG-2) o donde la altura de las hojas fue menor de 11 cm (PG-3, GG-7, GG-9) y el ancho de 4 mm (GG-7, GG-9; Fig. 5).

DISCUSIÓN

T. testudinum fue la especie de mayor cobertura a lo largo de la zona de estudio. Estos resultados concuerdan con Buesa (1974) quien plantea que esta es la especie del macrofitobentos más abundante en esa zona, principalmente fuera de las áreas donde la acción de las olas no sea limitante. Esta especie es la que generalmente predomina en

otras áreas de Cuba (Martínez-Daranas *et al.*, 2009), así como del Caribe y el golfo de México (van Tussenbroek *et al.*, 2010). Además, su presencia y mayor abundancia en las profundidades donde se halló, coinciden con los resultados previos de la zona. Buesa (1975) plantea que esta angiosperma es más abundante en los primeros 5 m, donde la disponibilidad de luz es mayor, aunque este autor la encontró hasta 14 m en la plataforma noroccidental de Cuba, cerca del máximo reportado por van Tussenbroek *et al.* (2010) que es de 15 m.

S. filiforme tiene un rango de profundidades mayor que *T. testudinum*, al ser encontrada por Buesa (1975) en la zona hasta 16,5 m de profundidad en la zona de

estudio, aunque es este caso solo se encontró hasta 5 m. Esta especie puede hallarse en la zona submareal hasta una profundidad aproximada de 20-30 m, en estuarios y lagunas arrecifales (van Tussenbroek *et al.*, 2010).

H. wrightii tuvo los mayores valores de cobertura en PG-2 y PG-7, con alrededor de 2 m de profundidad. Estas dos estaciones se encuentran rodeadas por cayos de mangle (Cayos de la Leña), que aportan nutrientes al medio (Tomasko y Lapointe, 1991) y protegen la zona del embate de las olas y las corrientes. Ello explicaría el predominio de esta especie, junto a *S. filiforme*, sobre *T. testudinum* en estas dos estaciones. Ambas son especies de rápido crecimiento

con requerimientos de nutrientes más altos que *T. testudinum* (Short *et al.*, 1990; Fourqurean *et al.*, 1995; Armitage *et al.*, 2005). *H. wrightii* ha sido hallada generalmente a profundidades bajas en Cuba (Martínez-Daranas, 2007), aunque puede encontrarse desde la zona intermareal a submareal somera hasta una profundidad de aproximadamente 20-30 m, en lagunas arrecifales, lagunas y estuarios protegidos (van Tussenbroek *et al.*, 2010).

En GG-3 se encontró una alta turbidez del agua debido a los sedimentos aleuríticos (Ionin *et al.*, 1977) que se resuspendían al intentar trabajar, por lo que solo se realizó recolecta manual. En esta estación se observaron las especies *H. deci-*

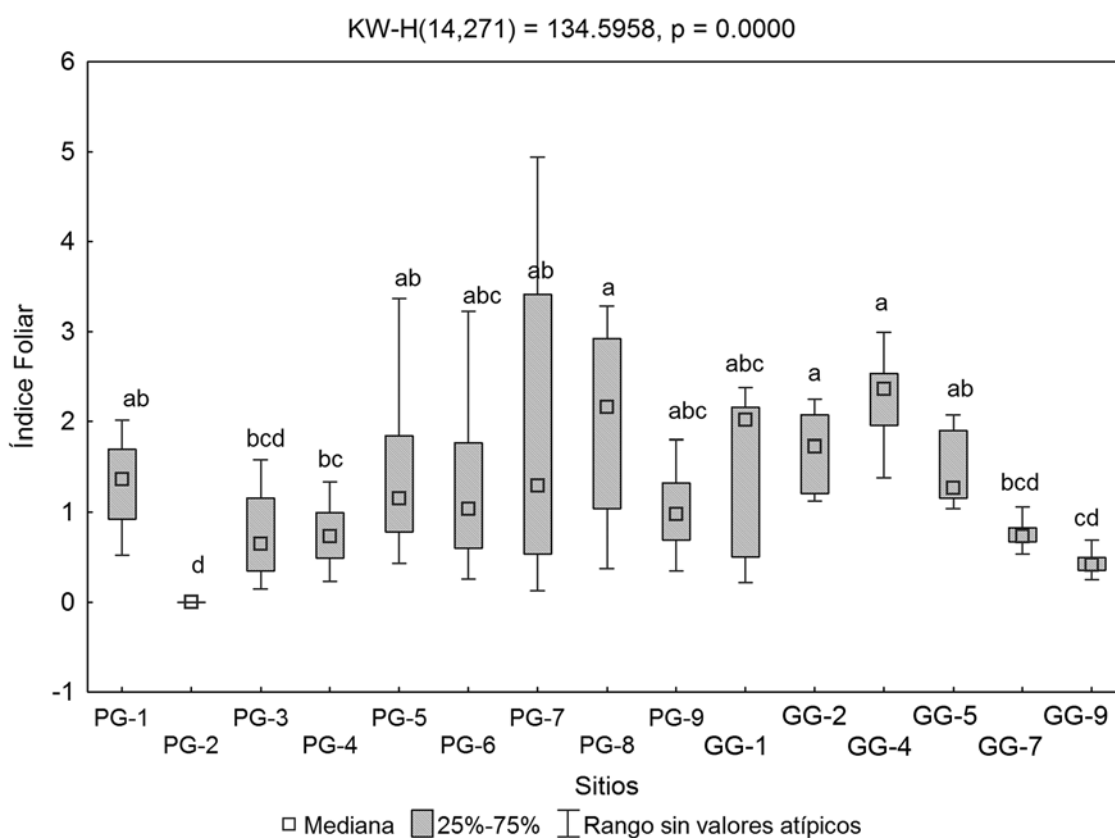


Fig. 4. Diferencias en el Índice de Área Foliar de *T. testudinum* por estaciones en el golfo de Guanahacabibes, Cuba. Letras diferentes indican las diferencias significativas.

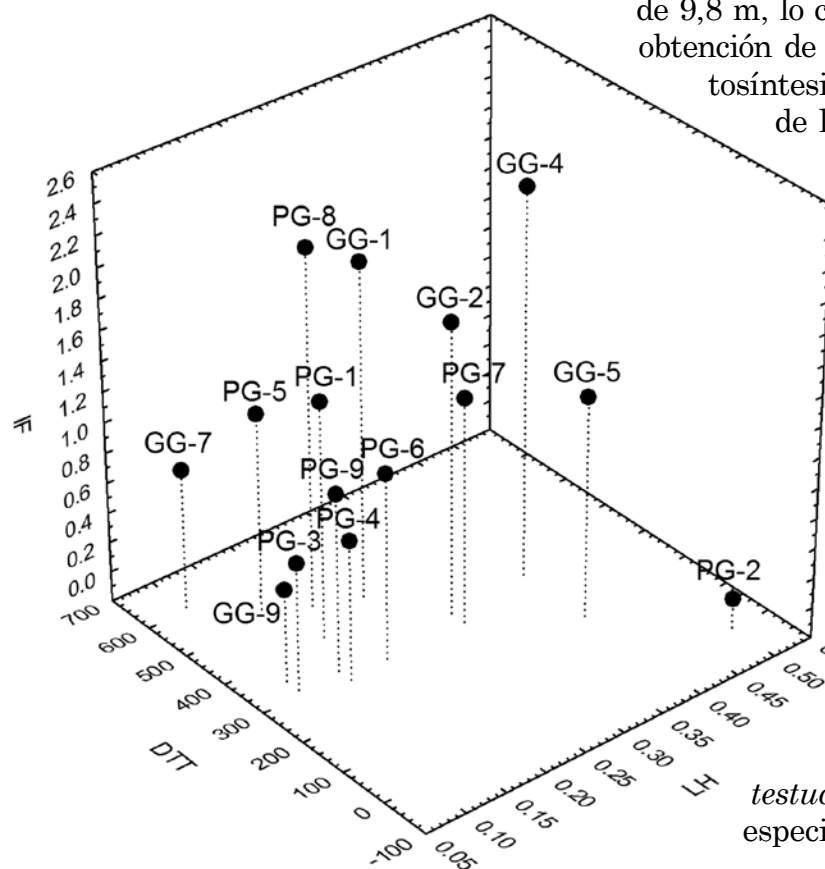


Figura 5. Gráfico de dispersión tridimensional del Índice de Área Foliar (IAF) de *T. testudinum* con la densidad de vástagos (DTT) y el largo de las hojas (LH). Se presentan los valores de la mediana para cada variable en cada sitio.

piens y *H. engelmanni*, típicas de aguas turbias (van Tussenbroek *et al.*, 2010) y más profundas que *T. testudinum* (Buesa, 1975) las que pueden proliferar a pesar de la poca iluminación que llega al fondo. Van Tussenbroek *et al.* (2010) reportan a *H. decipiens* hasta más de 10 m y Buesa (1975) hasta 24,3 m. *H. engelmanni* puede llegar a más de 50 m de profundidad (van Tussenbroek *et al.*, 2010), mientras que Buesa (1975) la halló hasta 14,4 m. Los sedimentos tan finos y la poca iluminación son factores que pudieron ocasionar la ausencia de las otras tres especies, además de que esta estación tuvo una profundidad

de 9,8 m, lo cual es otra limitante para la obtención de luz solar para realizar la fotosíntesis. Las relaciones alométricas de las especies de angiospermas marinas señalan que las de angiospermas de rápido crecimiento tienen mayores requerimientos de nutrientes pero poseen rizomas de menor diámetro y son menos robustos (Duarte, 1991). Esto puede hacer que las especies pequeñas, como las de los géneros *Halophila* y *Halodule* sean susceptibles de ser arrancadas de los sedimentos ante fuertes corrientes, donde los sedimentos más gruesos permanecen y *T. testudinum* predomina. Estas dos especies se encontraron juntas en este sitio, a diferencia de Buesa (1975) quien planteó que preferían fondos diferentes.

Los valores de densidad de vástagos de *T. testudinum* en el área de estudio se encuentran dentro de los intervalos obtenidos por diferentes autores (van Tussenbroek, 1995; Martínez-Daranas *et al.*, 2005, 2007; Suárez, 2011; Van Tussenbroek *et al.*, 2014) para el área de distribución de esta especie. De igual forma, los valores del IAF para *T. testudinum* caen dentro de los rangos existentes en otras zonas de distribución de la especie que oscilan entre 0,03 y 12,8 (Tomasko y Lapointe, 1991; Zieman *et al.*, 1997; Linton y Fisher, 2004; Suárez, 2011). Los valores más bajos del IAF se encontraron generalmente en islas pequeñas alejadas de

la influencia continental, como las Islas Bermuda y Curazao, mientras los valores más altos se encontraron en zonas con influencia continental como la Bahía Chengue en Colombia (Linton y Fisher, 2004), lo cual pudiera estar relacionado con la presencia de nutrientes que requieren las plantas para su crecimiento (Tomasko y Lapointe, 1991).

Entre las estaciones estudiadas, PG-2 se destacó por presentar los menores valores de cobertura, densidad e IAF de *T. testudinum* y una mayor cobertura de *S. filiforme* y *H. wrightii*. Como se mencionó antes, esto puede deberse a que este sitio está ubicado entre varios cayos de mangle que pueden estar aportando nutrientes (Tomasko y Lapointe, 1991) y color al agua, lo que puede ocasionar una reducción en el paso de la luz hasta el fondo (Martínez-Daranas, 2007). Se ha comprobado que una disminución de la luz provoca reducción de la fotosíntesis, impidiendo la oxigenación de la zona radicular, con lo que aumenta el potencial redox en los sedimentos y su contenido de sulfuro de hidrógeno, que resulta tóxico para las plantas, llegando a producirse la invasión del gas a sus tejidos (Borum *et al.*, 2006). *T. testudinum* parece requerir mayores valores de visibilidad en el agua para desarrollarse, mientras que las otras dos son especies pioneras con mayores requerimientos de nutrientes (Buesa, 1975; van Tussenbroek *et al.*, 2006; Martínez-Daranas, 2007).

Otras estaciones como GG-7 y GG-9 (donde el IAF fue menor de 0,8) se encuentran en zonas del Golfo de Guanahacabibes alejadas de la costa. En éstas, la profundidad estuvo entre 5 y 7,6 m, con fondos arenosos, donde los aportes de nutrientes por el manglar deben ser pobres por encontrarse alejados de éstos. Por otra parte, en

estas estaciones existe una mayor influencia de las corrientes y el oleaje. Short y Neckles (1999) y Romero *et al.* (2006) plantean que en zonas alejadas de las costas y de poca profundidad, las corrientes tienden a cortar las hojas de *T. testudinum*, por lo que es de esperar hojas más pequeñas.

Independientemente de que se encontraran en ambientes diferentes *T. testudinum* debe mantener un IAF que garantiza su supervivencia. Según Bréda *et al.* (2008) la relación con la estructura y funcionamiento de la vegetación de este índice hace que pueda utilizarse en prácticas de manejo y chequear afectaciones de perturbaciones. Por ello, se recomienda continuar utilizando el Índice de Área Foliar en la zona de estudio, así como en otras regiones del país para evaluar cómo futuras afectaciones por huracanes u otras perturbaciones repercuten en la salud de los pastos marinos del área.

En los muestreos realizados en pastos marinos, las macroalgas no dominaron en cobertura en casi ningún sitio con respecto a *T. testudinum* ni se observaron epifitias por macroalgas carnosas o filamentosas oportunistas. Ello indica que no existen fuentes de eutrofización que afecten la zona. La población más cercana a la zona de estudio se encuentra a 70 km y posee solo 40 mil habitantes (Valdivia *et al.* 2004), por lo que no debe aportar altos niveles de materia orgánica o nutrientes de origen antrópico a la zona de estudio. La descarga de nutrientes producto de la actividad humana favorece el desarrollo de fitoplancton y macroalgas oportunistas de crecimiento rápido que limitan la disponibilidad de luz a las angiospermas (Tomasko y Lapointe, 1991; Littler y Littler, 2005; Kenworthy *et al.*, 2009; Martínez-Daranas *et al.*, 2009), lo que no se observó en este caso. No se

observaron otras perturbaciones de origen antrópico, por lo que todo indica que el ecosistema se encuentra en buena salud de forma general.

En esta evaluación del macrofitobentos del golfo de Guanahacabibes, la mayoría de las estaciones se encuentran cerca de las zonas cercanas a las costas, en las Áreas Marinas Protegidas. Buesa (1974, 1975) hizo un estudio más extensivo, en el que incluyó amplias zonas del golfo. Este autor encontró zonas más profundas sin pastos marinos, que coinciden con las estaciones GG-6 y GG-8, donde tampoco se hallaron pastos marinos, en esta ocasión.

Se ha comprobado la existencia de fluctuaciones temporales en la abundancia de las angiospermas marinas en zonas tropicales, incluyendo el área de estudio (Buesa, 1974, 1975; Martínez-Daranas *et al.*, 2005; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2010). Por ello, resultaría conveniente realizar un análisis de las variaciones temporales de estos organismos, así como ampliar el estudio a otras zonas del golfo. No obstante, de modo general, los datos obtenidos permiten aseverar que se mantiene la presencia de extensas praderas de angiospermas marinas en el golfo de Guanahacabibes, de modo semejante a lo encontrado por Buesa (1974, 1975), hace 35 años.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a aquellos que hicieron muestreos de pastos marinos en las AMPs: Zaimiuri Hernández, Elena de la Guardia Llansó, Danay Macías, Susana Perera y Orlando Perera. También reconocemos el financiamiento del proyecto PNUD/GEF "Áreas Protegidas del Sur de Cuba" del Centro Nacional de Áreas Protegidas de Cuba, que permitió la realización de este trabajo. Deseamos igualmente agradecer a

Ileana Ortégón Aznar y a un revisor anónimo, quienes contribuyeron a mejorar sustancialmente este artículo.

REFERENCIAS

- ARMITAGE, A. R., FRANKOVICH, T. A., HECK, K. L. J. & FOURQUREAN, J. W. (2005). Experimental nutrient enrichment causes complex changes in seagrass, microalgae, and macroalgae community structure in Florida Bay. *Estuaries*, 28, 422-434.
- BORUM, J., SAND-JENSEN, K., BINZER, T., PEDERSEN, O. and GREVE, T. M. (2006). Oxygen Movement in Seagrasses. En A. W. D. Larkum, R. J. Orth y C. M. Duarte (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. (pp. 255-270). Springer: the Netherlands.
- BRÉDA, N.J., SVEN ERIK, J. and BRIAN, F. (2008). Leaf Area Index. En Jorgesen, S.E. y B. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 2148-2154). Academic Press: Oxford.
- BRÉDA, N.J.J. (2003). Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *J. Exp. Bot.* 54(392), 2403-2417.
- BUESA, R.J. (1974) Population and biological data on turtle grass (*Thalassia testudinum* König, 1805) on the northwestern Cuban shelf. *Aquaculture*, 4, 207-226.
- BUESA, R.J. (1975). Population biomass and metabolic rates of marine angiosperms on the northwestern Cuban shelf. *Aquat. Bot.*, 1:11-23.
- BULTHUIS DA. (1990). Leaf surface area. En R.C Phillips. y C.P. McRoy, (Eds.), *Seagrass research methods* (p. 69-70). UNESCO: Paris.
- COMISIÓN NACIONAL DE NOMBRES GEOGRÁFICOS (2000). *Diccionario Geográfico de*

- Cuba*. La Habana: Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia.
- COSTANZA, R., DE GROOT, R. S., SUTTON, P., VAN DER PLOEG, S., ANDERSON, S. J., KUBISZEWSKI, I., FARBER, S. & TURNER, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158.
- DEN HARTOG, C. (1970). *The seagrasses of the World*. Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- DUARTE, C. M. (1991). Allometric scaling of seagrass form and productivity. *Marine Ecology Progress Series*, 77, 289–300.
- ESQUIVEL CÉSPEDES, M., MARTÍNEZ-DARANAS, B. y ESPINOSA, J. (2010). Macrofitobentos marinos: Área comprendida entre Uvero Quemado y Playa Las Canoas. En J. Camacho Aguilera, G. Baena Gonzalez y G. Leyva Pagan (Eds.), *Memorias del Proyecto Fortalecimiento de la Gestión del Desarrollo Integral y Sostenible de la Península de Guanahacabibes, Reserva de la Biosfera, Pinar Del Río, Cuba* (pp. 308–332). Editorial Científico-Técnica: La Habana, Cuba.
- ESTRADA, R., HERNÁNDEZ, A., GERHARTZ, J. L., MARTÍNEZ, A., MELERO, M., BLIEMSDIEDER, M. & LINDEMAN, K. C. (2003). El Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ciudad de la Habana: CNAP, WWF, Environmental Defense.
- FOURQUREAN, J. W., POWELL, G. V. N., KENWORTHY, W. J. & ZIEMAN, J. C. (1995). The effects of long-term manipulation of nutrient supply on competition between the seagrasses *Thalassia testudinum* and *Halodule wrightii* in Florida Bay. *OIKOS*, 72, 349–358.
- HERNÁNDEZ ÁVILA, A. (2014). *Estado actual de la biodiversidad marino-costera, en la región de los Archipiélagos del Sur de Cuba*. 200. La Habana. Cuba: Centro Nacional de Áreas Protegidas, Impresos Dominicanos s.r.l.
- IONIN, A.S., PAVLIDIS, Y.A. y AVELLO, O. (1977). *Geología de la plataforma marina de Cuba*. Moscú: Editorial Nauka.
- KENWORTHY, F., SHORT, T., WILLIAMS, S. L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Ecology*, 106(30), 12377–12381.
- LINTON, D. y FISHER T. (2004). *CARICOMP. Caribbean coastal marine productivity program: 1993–2003. Caribbean coastal marine productivity* (CARICOMP) program.
- LITTLER, D.S. and LITTLER, M.M. (2000). *Caribbean Reef Plants*. Offshore Graphics, Inc.: Washington, D.C.
- LITTLER, M. M. and LITTLER, D. S. (2005). Application of a seagrass management model. En G. A.
- MARBÀ, N., J. JORDÀ, S. AGUSTÍ, C. GIRARD & C. M. DUARTE (2015). Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, 2, 1–11.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B. (2007). *Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas). Universidad de la Habana, La Habana.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., A. HERNÁNDEZ AVILA & J. A. VALDÉS PÉREZ. (2014). Resultados del programa de pastos marinos. En A. Hernández Avila (Ed.), *Estado actual de la biodiversidad marino-costera en la región de los Archipiélagos del Sur de Cuba* (pp. 51–58). Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana: Impresos Dominicanos s.r.l.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., ALCOLADO, P. M. y DUARTE, C. M. (2005). Leaf production

- and shoot dynamics of *Thalassia testudinum* by a direct census method. *Aquat. Bot.*, 81, 213-224.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., CANO MALLO, M. y CLERO ALONSO, L. (2009). Los pastos marinos de Cuba: estado de conservación y manejo. *Ser. Oceanol.* 5: 24-44.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B. y MACÍAS REYES, D. (2013). Primera lista taxonómica de plantas marinas en Áreas Marinas Protegidas de Cuba: Casos Archipiélago Sabana-Camagüey y Pinar del Río. *Eco-vida*, 4, 70-88.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., MACÍAS REYES, D. y CANO MALLO, M. (2013). *Protocolo para el monitoreo de los pastos marinos*. La Habana: Centro Nacional de Áreas Protegidas.
- NELLEMANN, C., CORCORAN, E., DUARTE, C. M., VALDÉS, L., DEYOUNG, C., FONSECA, L. & GRIMSDITCH, G. (2009). Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. En *United Nations Environment Programme*, GRID-Arenal, 78. Norway: Birkeland Trykkeri AS.
- RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, A., GARZÓN-FERREIRA, J., BATISTA-MORALES, A., GIL, D.L., GÓMEZ-LÓPEZ, D.I., GÓMEZ-CAMPO, K., LÓPEZ-LONDOÑO, T., NAVAS-CAMACHO, R., REYES-NIVIA, M.C. y VEGA-SEQUEDA, J. (2010). Temporal patterns in coral reef, seagrass and mangrove communities from Chengue bay CARICOMP site (Colombia): 1993-2008, *Rev. Biol. Trop.* 58: 45-62
- ROMERO, J., KUN-SEOP, L., PÉREZ, M., MATEO, M. A. y ALCOVERRO, T. (2006). Nutrients Dynamics in Seagrass Ecosystems. En A. W. D. Larkum, R. J. Orth y C. M. Duarte (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation* (pp. 227-254). Springer: the Netherlands.
- SAUGET, J. S. (1946). *Flora de Cuba. Contribuciones ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio de La Salle*, 1, 1-441.
- SHORT, F. T. and NECKLES, H. A. (1999). The effects of global climate change on seagrasses. *Aquat. Bot.* 63: 169-196.
- SHORT, F. T., DENNISON, W. C. & CAPONE, D. G. (1990). Phosphorous-limited growth of the tropical seagrass *Syringodium filiforme* in carbonate sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 62, 169-174.
- SUÁREZ, Y. (2011). *Caracterización de las comunidades de macrofitobentos en el sureste de la Ensenada de la Siguanea, Isla de la Juventud, Cuba*. (Tesis de diploma), Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana.
- TOMASKO, D.A. y LAPOINTE, B.E. (1991). Productivity and biomass of *Thalassia testudinum* as related to water column nutrient availability and epiphyte levels: field observations and experimental studies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 75, 9-17.
- VALDIVIA, A., DE LA GUARDIA, E., ARMENTEROS, M., GONZÁLEZ, P., SUÁREZ, A.M., AGUILAR, C. y GONZÁLEZ-SANSÓN, G. (2004). Inventario de los componentes más comunes de la flora y la fauna de algunos arrecifes coralinos de la península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25, 113-121.
- VAN TUSSENBROEK, B.I. (1995). *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Marine Biology*, 122, 33-40.
- VAN TUSSENBROEK, B. I., VONK, J. A., STAPPEL, J., ERFTEMEIJER, P. L. A., MIDDELBURG, J. J. and ZIEMAN, J. C. (2006). The biology of *Thalassia*: paradigms and recent advances in research. En A. W. D. Larkum, R. J. Orth y C. M. Duarte (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. (pp. 409-439). Springer: the Netherlands.

- VAN TUSSENBROEK, B.I., BARBA SANTOS, M.G., RICARDO WONG, J.G., VAN DIJK, J.K. y WAYCOTT, M. (2010). *Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste*. Universidad Nacional de México: México, D. F.
- VAN TUSSENBROEK, B.I., CORTÉS, J., COLLIN, R., FONSECA, A.C., GAYLE, P.M.H., GUZMÁN, H.M., JÁCOME, G.E., JUMAN, R., KOLTES, K.H. and OXENFORD, H.A. (2014). Caribbean-wide, long-term study of seagrass beds reveals local variations, shifts in community structure and occasional collapse. *PLoS ONE* 9(3):e90600.
- WAYCOTT, M., DUARTE, C. M., CARRUTHERS, T. J. B., ORTH, R. J., DENNISON, W. C., OLYARNIK, S., CALLADINE, A., FOURQUREAN, J. W., KENNETH, J., HECK, L., HUGHES, A. R., KENDRICK, G. A., KENWORTHY, W. J., SHORT, F. T. & WILLIAMS, S. L. (2009). *Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems*. *PNAS*, 106, 12377-12381.
- ZIEMAN, J.C., PENCHASZADEH, P., RAMÍREZ, J.R., PÉREZ, D., BONE, D., HERRERA-SILVEIRA, J.A., SÁNCHEZ-ARGÜELLES, R.D., ALCOLADO, P.M., ZÚÑIGA, D. and MARTÍNEZ, B. (1997). *Variation in ecological parameters of Thalassia testudinum across the CARICOMP network*. 8th Coral Reef Symposium; 1997; Panamá, 1996. p. 663-668.