

ARTÍCULO ORIGINAL

CARACTERIZACIÓN DEL MACROFITOBENTOS DE LA LAGUNA GRANDE, SANTA FE, LA HABANA, CUBA

Macrophytobenthos characterization of Laguna Grande, Santa Fe, La Habana, Cuba

Emma Elena Gómez González¹ y Beatriz Martínez-Daranas^{1*}.

¹ Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba

* Autor para correspondencia:
beatriz@cim.uh.cu

Recibido: 25.4.2016

Aceptado: 20.09.2016

RESUMEN

Las investigaciones referentes al estado del macrofitobentos son importantes por la vulnerabilidad actual de los ecosistemas marinos ante diversas presiones naturales y antrópicas. Sobre la Laguna Grande, en Santa Fe, al norte de La Habana, influyen varios factores antropogénicos que pueden afectar el macrofitobentos. Por ello, se determinó la distribución y abundancia de los principales taxa entre abril de 2014 y abril de 2015. Se mapeó la distribución a partir de transeptos perpendiculares al litoral sur de la laguna. Se evaluaron las variaciones temporales de la cobertura, mediante transeptos lineales combinados con marcos cuadrados. Por último, se tomaron cinco muestras aleatorias con un nucleador y se estimó la biomasa de las especies. Se encontraron 17 especies del macrofitobentos (nueve Chlorophyta, seis Rhodophyta, una Phaeophyceae y una Magnoliophyta). La cobertura total presentó un promedio de $93 \pm 15,4\%$ (DE), sin diferencias entre las fechas de los muestreos (Kruskall-Wallis, $H_{4, 91} = 4,15$, $p = 0,3859$). Los mayores valores de cobertura y biomasa los presentaron *Penicillus capitatus* Lamarek y *Udotea dixonii* Littler y M. M. Littler. El tipo de fondo que predominó en el sector de estudio era blando (fangoso a arenoso-fangoso). Esto puede ser una posible causa que haya determinado la baja riqueza de especies del macrofitobentos. El enriquecimiento por nutrientes en la laguna, como resultado de la antropización, pudo haber influido en el predominio de las macroalgas respecto a *T. testudinum*, lo que no es usual en el ecosistema de pastos marinos.

PALABRAS CLAVES: angiospermas marinas, antropización, eutrofización, macroalgas, macrofitobentos.

ABSTRACT

Researches about the state of macrophytobenthos are important for the current vulnerability of marine ecosystems due to various natural and anthropic pressures. Several factors of anthropic origin influenced on the Laguna Grande in Santa Fe, north of Havana that can be affecting macrophytobenthos. Therefore, the distribution and abundance of main macrophytobenthos taxa were determined between April 2014 and April 2015. For mapping the distribution of those taxa, transects were

placed perpendicular to the shoreline. Temporal variation of species coverage were quarterly assessed using lineal transects combined with square frames. Finally, species biomasses were estimated, taking randomly five samples with a corer. Seventeen species of macrophytobenthos were found (nine Chlorophyta, six Rhodophyta, one Phaeophyceae and one Magnoliophyta). Total coverage showed a mean of $93 \pm 15.4\%$ (DE), with no differences between the dates (Kruskall-Wallis, $H_{4, 91} = 4.15$, $p = 0.3859$). The higher coverage values were for *Penicillus capitatus* Lamarck and *Udotea dixonii* M. M. Littler and Littler, followed by *Caulerpa* spp. *J. V. Lamouroux* and *Thalassia testudinum* Banks ex König. The soft bottom (muddy to sandy muddy) was predominant in the study area. This can be the cause of the low species richness found in the Macrophytobenthos. The high levels of anthropic nutrients in this lagoon may have influenced the macro algae predominance over *T. testudinum*, which is not to be expected in seagrass meadows ecosystems.

KEYWORDS: anthropization, eutrophication, macroalgae, macrophytobenthos, marine angiosperms.

INTRODUCCIÓN

Los pastos marinos son considerados hábitats críticos dentro de los ecosistemas marinos. Esto se debe a la elevada tasa de producción primaria de las angiospermas y las algas asociadas, a su importancia en el sustento de una alta biodiversidad, y a su función como estabilizadores del sustrato (Martínez-Daranas *et al.*, 1996; Borum *et al.*, 2004). La pérdida de las praderas marinas es comparable con las tasas reportadas para los manglares, los arrecifes de coral y los bosques pluviales tropicales, ubicándolas entre los ecosistemas más vulnerables (Waycott *et al.* 2009). La presión humana sobre las zonas costeras ha aumentado como resultado de la migración cada vez más extensiva e intensiva. Los pastos marinos se desarrollan cercanos a la costa, y a

menudo, son afectados por las perturbaciones naturales y el deterioro de estas zonas derivado de la actividad humana (Martínez-Daranas, 2014). La descarga de nutrientes, fundamentalmente nitrógeno y fósforo, en las aguas (eutrofización), producto a la antropización, favorece el desarrollo del fitoplancton y de macroalgas oportunistas de crecimiento rápido que limitan la disponibilidad de la luz hacia las angiospermas (Martínez-Daranas *et al.*, 2009).

En Cuba se han realizado, a partir de 1970, investigaciones que comenzaron con la caracterización de los fondos blandos o particulados y que incluyeron el macrofitobentos como objeto de estudio (*e.g.* Jiménez y Alcolado, 1990; Martínez-Daranas *et al.*, 1996; Perdomo, 1998). Posteriormente se han realizado estudios multidisciplinarios sobre la distribución y el estado de conservación de los pastos marinos en regiones amplias de la plataforma cubana (*e.g.* Suárez *et al.*, 1989; Martínez-Daranas *et al.*, 2007; Zúñiga *et al.*, 2012; Semidey, 2013). A pesar de los esfuerzos, la atención de la comunidad científica debe continuar dirigida hacia estos ecosistemas en áreas de importancia económica y social.

En el municipio Playa, al norte de La Habana, se han realizado investigaciones orientadas al manejo integrado de la zona costera y a la caracterización de la calidad de las aguas en diversos sitios. Entre los más recientes se pueden citar el efectuado en la playa La Puntilla por Rivas *et al.* (2015) y el realizado por Gómez y Beltrán (2013), que incluyó el poblado de Santa Fe y la desembocadura del río Cojímar. En la Laguna Grande, aledaña a la Marina Hemingway coexisten varios factores de impacto de origen antrópico (construcciones a lo largo de todo su perímetro, vertimiento de residuales no tratados, dragado de los sedimentos de la

marina, arrastre de las aguas pluviales, crecimiento de la base de pesca, entre otros). No se conocen estudios previos en esta laguna a pesar del valor social e histórico-cultural que presenta dentro del municipio. Por ello, este trabajo se propuso como objetivo realizar una caracterización del macrofitobentos de la Laguna Grande para determinar el estado de las praderas marinas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio correspondió a la Laguna Grande (Fig. 1), ubicada en la costa noroccidental de Cuba, en la localidad

de Santa Fe, municipio Playa, provincia La Habana. Esta laguna costera es semicerrada, de poca profundidad (≤ 2.50 m) y con fondos blandos. A su alrededor colindan diversos tipos de construcciones, muchas de las cuales son viviendas urbanas. Algunas viviendas se establecieron desde inicios del pasado siglo, otras surgieron con el paso de los años (Rivas *et al.*, 2015). La zona a estudiar tiene unos 450 m de largo y entre 60 y 220 m de ancho.

La laguna se comunica al oeste con un lóbulo (denominado Laguna Chica o Salada), en el que se ubica una base pesquera local.



Fig. 1. Esquema que muestra la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba, y los sitios aledaños.

El número de navíos aumentó en los últimos años y existen ahora un total de 73. La contaminación en esta zona, a consecuencia de los malos hábitos de los pescadores y pobladores es también notable. Además, recibe con frecuencia vertimiento directo de aguas albañales, pluviales y residuales no tratadas (Rivas *et al.*, 2015). Al norte de la laguna, se encuentra un canal que permite la comunicación con el mar, por donde circulan embarcaciones hacia la Marina Hemingway. Dicha institución realiza actividad hotelera, deportiva y recreativa, actividades que se encuentran entre las principales causas de los problemas ambientales del municipio Playa (Carmenate *et al.*, 2013).

MÉTODOS DE MUESTREO

Para caracterizar la distribución del macrofitobentos en la laguna, en abril de 2014 se trazaron cuatro transeptos perpendiculares al litoral sur de la laguna, con ayuda de una brújula y una cinta métrica. Se anotaron los centímetros de la extensión del transepto donde estaban presentes los taxa predominantes del macrofitobentos, según el método de transepto lineal de Loya (1978). En abril de 2015 se repitió el muestreo para comprobar si habían cambios en la distribución de los taxa predominantes. En este caso, se colocaron tres transeptos y los puntos se georreferenciaron con el empleo de una cámara digital todoterreno Nikon Coolpix AW110, la cual posee GPS y brújula digital (Lirman *et al.*, 2011). La longitud del transepto en ambos años dependió de la presencia o no del macrofitobentos. Los puntos sobre los transeptos fueron localizados sobre una base cartográfica digital, mediante el programa MapInfo Professional 9.0. Con este

programa se realizaron mapas temáticos con la distribución de cada taxón predominante en abril de 2014 y abril de 2015.

Las variaciones temporales y espaciales de la cobertura del macrofitobentos se estimaron a partir del método de transepto lineal combinado con marcos cuadrados (McKenzie *et al.*, 2003). En el mes de abril de 2014 se realizó un muestreo exploratorio. Para ello se colocó un transepto de 100 m paralelo al margen sur de la laguna, hacia la zona central. Sobre el transepto se ubicaron 20 marcos cuadrados de 25 cm de lado separados a distancias aleatorias. En cada uno se evaluó visualmente la cobertura en porcentaje de los taxa dominantes. Para detectar si la n seleccionada era representativa, se realizó una curva acumulada del índice de heterogeneidad de Shannon. Este índice se estimó con los valores de cobertura por especie, con el programa EstimateS (Version 8.2.0) con 100 permutaciones (Colwell, 2009). A partir de este muestreo se trazaron tres transeptos de 30 m, paralelos al margen sur de la laguna y desplazados a 5 m entre sí. Se ubicaron 18 marcos cuadrados dispuestos de manera aleatoria. Este procedimiento fue seguido para evaluar la cobertura de los taxa dominantes del macrofitobentos, cada tres meses hasta abril de 2015, para un total de cinco muestreos.

Para estimar la biomasa seca por taxón, en abril de 2015, se tomaron cinco muestras en puntos aleatorios sobre los transeptos paralelos al margen sur de la laguna. Las muestras se colectaron con un tubo nucleador de 20 cm de diámetro, según las recomendaciones de CARICOMP (2001). Posteriormente fueron lavadas para eliminar el sedimento y separadas por especies o grupo taxonómico y número de muestreo. Se estimó su peso húmedo promedio y se secaron en una estufa a 65°C hasta alcanzar

el peso constante. La biomasa seca se determinó en una balanza digital con 0,01g de precisión y se extrapoló a la unidad de área.

En todos los casos, los organismos del macrofitobentos fueron identificados *in situ* o recolectados en bolsas de plástico para llevarlos al laboratorio. Se empleó la literatura especializada más reciente para la identificación y la clasificación de los organismos (Littler y Littler, 2000; Littler *et al.*, 2008; Dawes y Mathieson, 2008; Suárez *et al.*, 2015), así como la bases de datos *online* Algae base (Guiry y Guiry, 2015). Para el análisis de la cobertura y la biomasa, se consideraron todas las rodófitas en conjunto.

ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar los mapas temáticos sobre la distribución de los taxa predominantes se utilizaron los datos de presencia-ausencia en cada punto georreferenciado. Se calcularon los valores de las celdas de cada cuadrícula con el método de interpolación de la Distancia Inversa Ponderada (IDW) con el programa Mapinfo Professional 9.0. Este método es el recomendado, de los dos que tiene el programa, cuando los datos no tienen relación o influencia sobre los valores vecinos, como los de poblaciones (© 1985 - 2007 MapInfo Corporation).

Para conocer la existencia de la normalidad en los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks, y para comprobar la homogeneidad de varianza se utilizó la prueba de Brown-Forsythe (Sigarrosa, 1985). Se calcularon las medidas de tendencia central y dispersión de los datos de la cobertura del macrofitobentos. Se comparó la cobertura total entre los muestreos con el

ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis, ya que los datos no siguieron una distribución normal. Estos análisis se realizaron con el programa Statistica 7.0. (StatSoft, Inc., 2004). La dominancia de las especies o grupos taxonómicos en cada muestreo se determinó a través de curvas de rango-abundancia con los datos de cobertura por taxón, con el MS Office Excel 2007.

RESULTADOS

ESPECIES Y DISTRIBUCIÓN

En el sector estudiado en la Laguna Grande se encontraron un total de 17 especies que representan los cuatro grupos de macrófitas marinas (nueve Chlorophyta, seis Rhodophyta, una Phaeophyceae y una Magnoliophyta) (Tabla 1). Los taxa

Tabla 1. Lista de especies del macrofitobentos del sector estudiado en la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba; entre abril de 2014 y abril de 2015.

Phylum	Especie
Magnoliophyta	<i>Thalassia testudinum</i> Banks ex König
Chlorophyta	<i>Acetabularia</i> sp.
	<i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützing
	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>macrophysa</i> (Sonder ex Kützing) W. R. Taylor
	<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. G. Gmelin) M. Howe
	<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux
	<i>Halimeda monile</i> (J. Ellis y Solander) J. V. Lamouroux
	<i>Penicillus capitatus</i> Lamarck
Rhodophyta	<i>Udotea dixonii</i> D. S. Littler y M. M. Littler
	<i>Udotea occidentalis</i> A. Gepp y E. S. Gepp
	<i>Acanthophora spicifera</i> (M. Vahl) Børgesen
	<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J. V. Lamouroux
	<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey
	<i>Chondria collinsiana</i> M. Howe
Heterokontophyta	<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing
	<i>Yuzurua poiteaui</i> var. <i>gemmifera</i> (Harvey) M. J. Wynne
	<i>Canistrocarpus cervicomis</i> (Kützing) De Paula & De Clerck <i>in</i> De Clerck <i>et al.</i>

n: sample size

predominantes del macrofitobentos fueron *Penicillus capitatus*, *Udotea* spp. y *Thalassia testudinum*. De forma general, la distribución de los mismos se mantuvo entre 2014 y 2015, aunque se apreciaron variaciones en algunos casos. En abril de 2014, *T. testudinum* se encontró de forma continua hacia la región este del sector estudiado, mientras que en el resto de la laguna se observaron parches dispersos (Fig. 2a). En

el 2015, su distribución continuó dispersa y escasa (Fig. 2b). *P. capitatus* se presentó con mayor frecuencia en las cercanías del litoral sur de la laguna en ambos muestreos (Figs. 3a y b), con algunos parches hacia la zona media. *Udotea* spp. mostró una mayor variación en su distribución. En abril de 2014 se ubicó cercana al litoral sur y hacia la región este (Fig. 4a). Al año siguiente su distribución fue hacia el oeste,

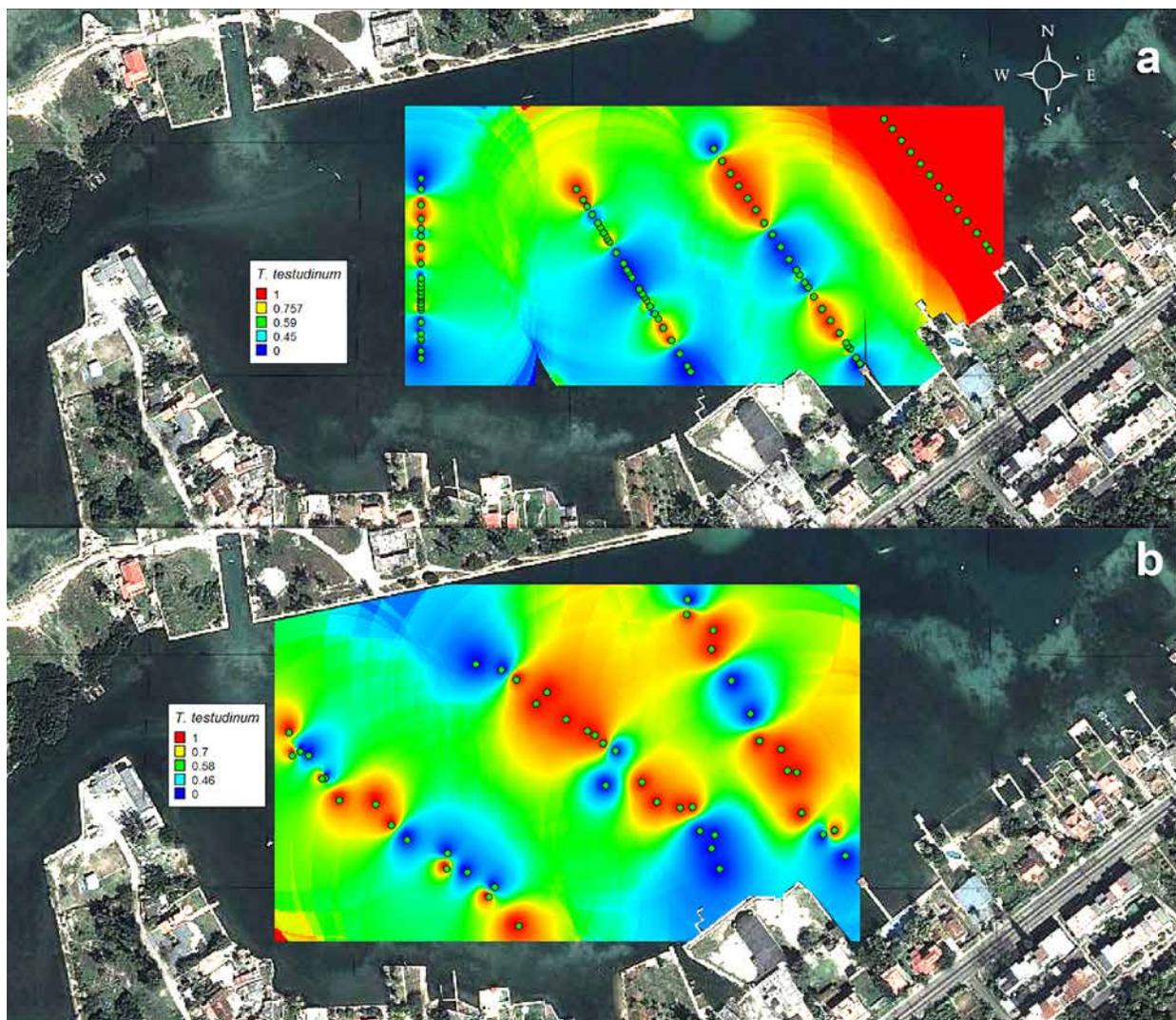


Fig. 2. Variación en la distribución de *Thalassia testudinum* en el sector estudiado de la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba. a) abril de 2014; b) abril de 2015.

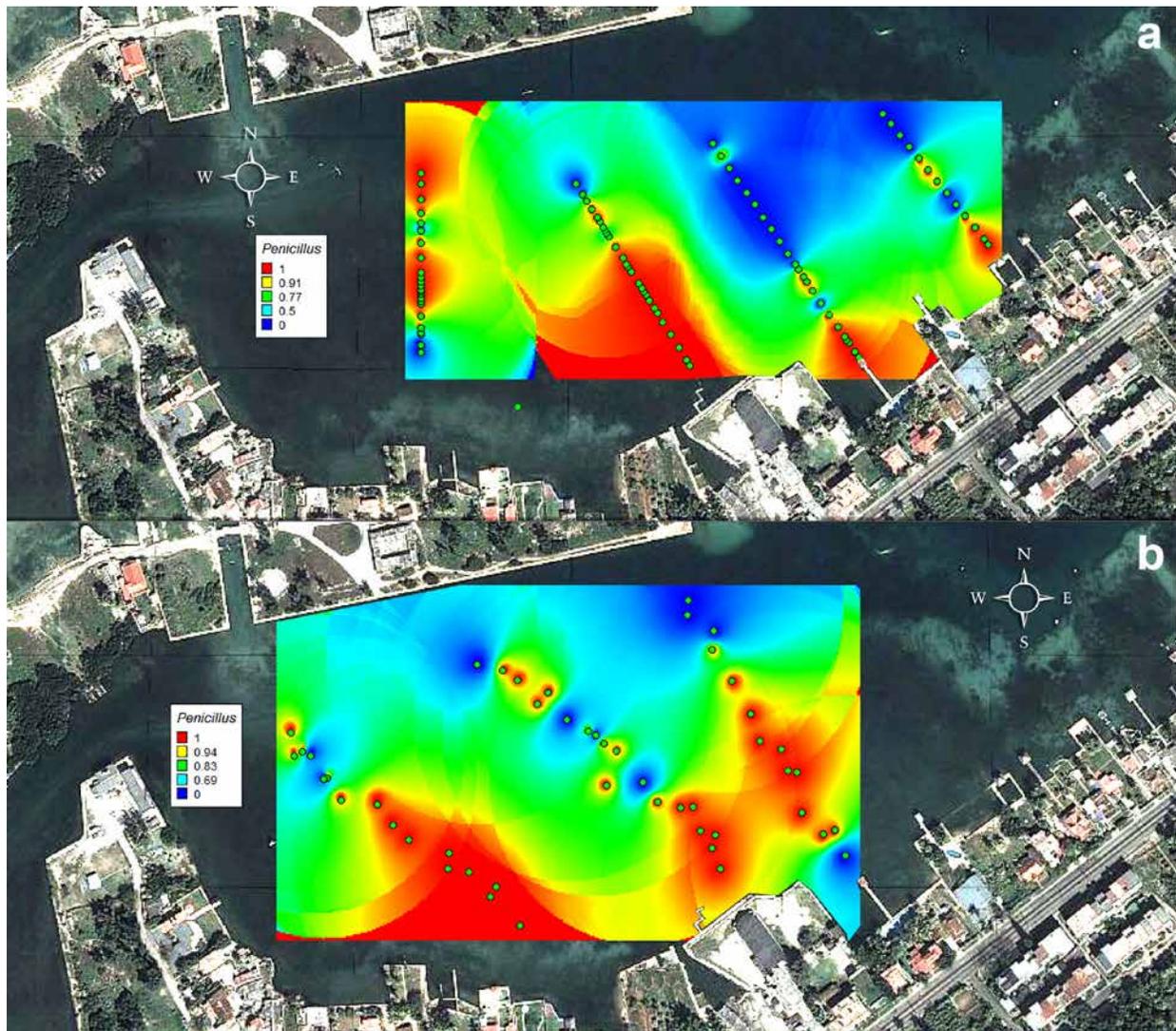


Fig. 3. Variación en la distribución de *Penicillus capitatus* en el sector estudiado de la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba. a) abril de 2014; b) abril de 2015.

donde abarcó casi por completo el largo del transecto occidental (Figs. 4b).

COBERTURA

La curva acumulada del índice de heterogeneidad de Shannon reveló que a partir de un tamaño de muestra de 16 marcos cuadrados se estabilizaba (Fig. 5). Se consideró, por tanto, seleccionar 18 marcos cuadrados para los muestreos sucesivos, para prevenir variaciones posteriores.

La cobertura total del macrofitobentos en el período de estudio varió entre 28 y 100% en los marcos cuadrados, con una media de $93 \pm 15,4\%$ (DE). Los taxa con mayores valores de cobertura promedio fueron *P. capitatus* ($29,7 \pm 31,7\%$) y *Udotea* spp. ($28,8 \pm 28,8\%$), seguidas por *Caulerpa* spp. ($17,6 \pm 23,5\%$) y *T. testudinum* ($10,1 \pm 27,0\%$). De manera eventual se encontró *Halimeda* spp. (0,3%) y algunos parches de rodofíceas (3,5%) y *Canistrocarpus cervicornis*

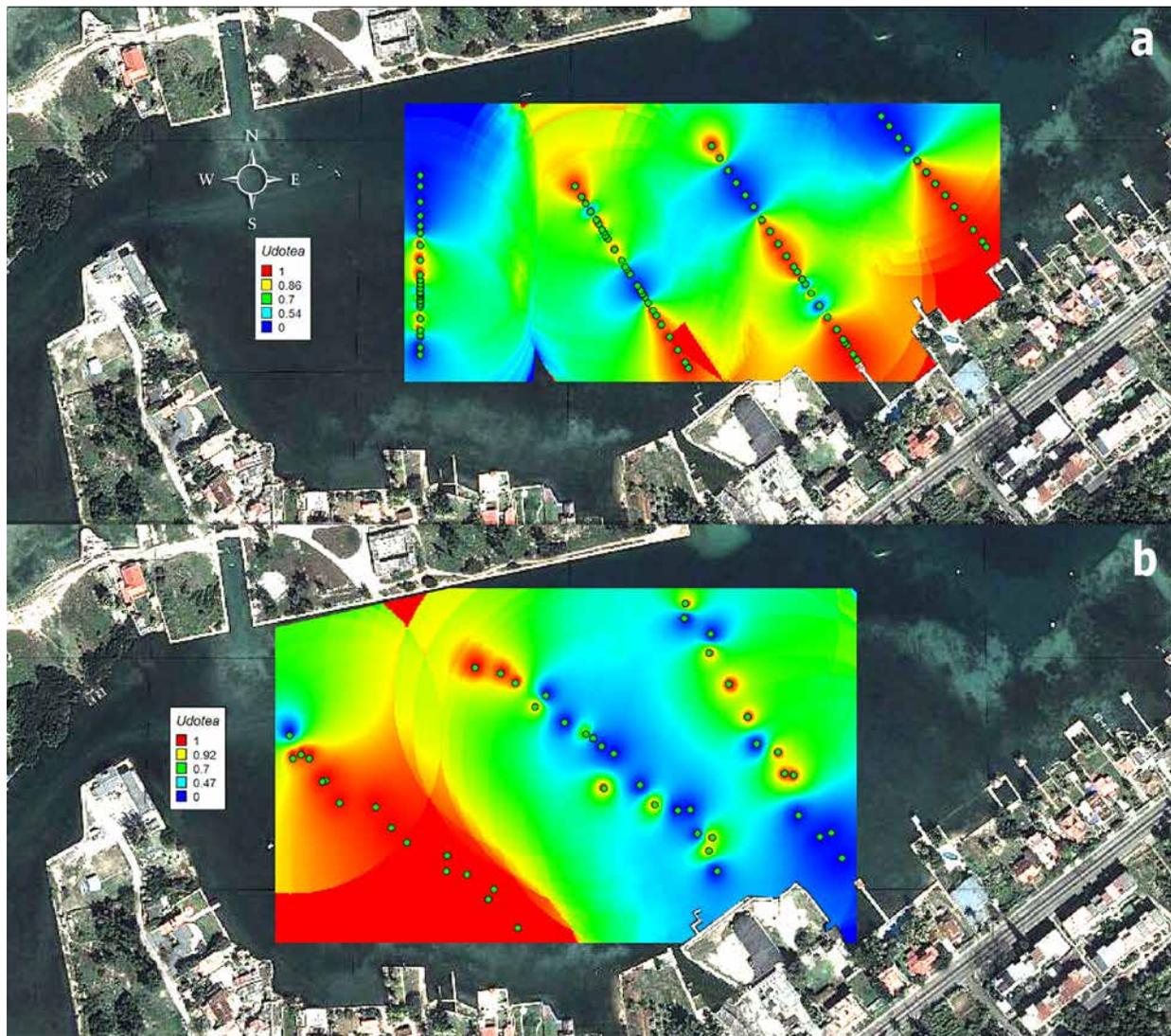


Fig. 4. Variación en la distribución de *Udotea* spp. en el sector estudiado de la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba. a) abril de 2014; b) abril de 2015.

(Kützing) De Paula & De Clerck in De Clerck *et al* (3,0%). No se hallaron diferencias entre las fechas en que se realizaron los muestreos, de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis ($H_{4, 91} = 4,15$, $p = 0,3859$). Las curvas de rango-abundancia mostraron diferencias en la cobertura de los taxa (Figs. 6a - e). En la mayoría de los muestreos se aprecia un bajo número de taxa que prevalecen en cobertura sobre

las restantes (*P. capitatus*, *Udotea* spp. y *Caulerpa* spp.). No obstante, en julio de 2014 y abril de 2015, los porcentajes por taxa fueron más homogéneos (Fig. 6b, e). Esta homogeneidad fue menor en el último muestreo, donde un mayor número de taxa (siete) tuvieron coberturas promedio semejantes y menores de 25 % (Fig. 6e). Los taxa presentes en todos los muestreos coinciden con los de mayor cobertura promedio.

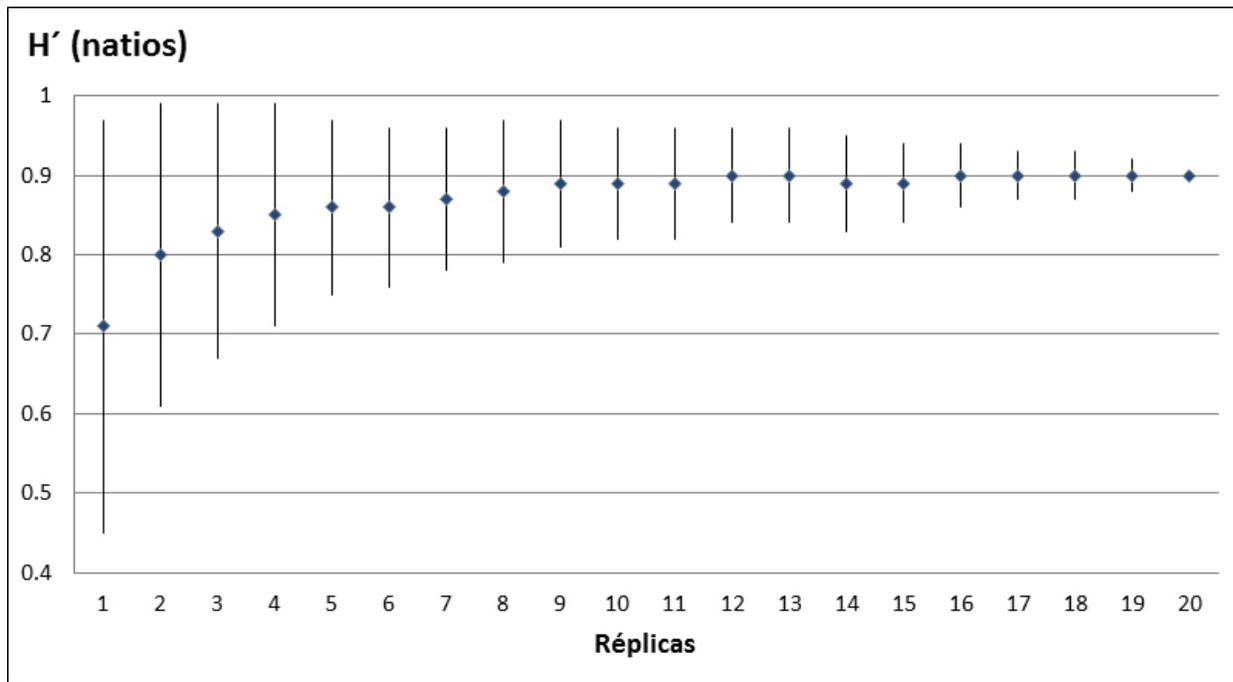


Fig. 5. Curva acumulada del índice de heterogeneidad de Shannon.

BIOMASA

En cada muestra se hallaron como mínimo dos especies, estando *P. capitatus* y *U. dixonii* presentes en todas. *T. testudinum* estuvo en dos muestras y solo en una de ellas se encontraron hojas. Con este método se recolectaron nueve especies, lo que representa aproximadamente el 53 % del total. La especie que mostró mayor valor de biomasa seca fue *U. dixonii* (247,90 g PS m⁻²), seguida de *P. capitatus* (201,55 g PS m⁻²). Los valores más bajos los presentaron las rodófitas y *C. cervicornis* (0,07 g PS m⁻², para ambos taxa) (Tabla 2).

DISCUSIÓN

El número de especies que se encontró en el sector es bajo en comparación a los resultados de otros trabajos realizados en áreas con características similares en cuanto a forma, dimensiones y profundidad promedio (e. g.

Tabla 2. Peso de la biomasa seca por unidad de área de las especies del macrofitobentos del sector estudiado en la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba; en abril de 2015.

Especies	Peso seco máximo (g PS m ⁻²)	Peso seco promedio (g PS m ⁻²)
<i>Udotea dixonii</i> D. S. Littler y M. M. Littler	536,45	247,90
<i>Penicillus capitatus</i> Lamarck	465,65	201,55
<i>Thalassia testudinum</i> Banks ex König (rizomas)	380,65	82,32
<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux	122,26	24,45
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. G. Gmelin) M. Howe	41,45	13,00
<i>Thalassia testudinum</i> Banks ex König	22,90	4,58
Rodófitas	0,32	0,07
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützinger) De Paula & De Clerck in De Clerck <i>et al.</i>	0,32	0,07

A: average number of alleles by locus
H_o: average observed heterozygosity
H_e: average expected heterozygosity

*: values after the slash are the average calculated using the four loci common to all species: Asp040, Asp046, Asp057, Asp066

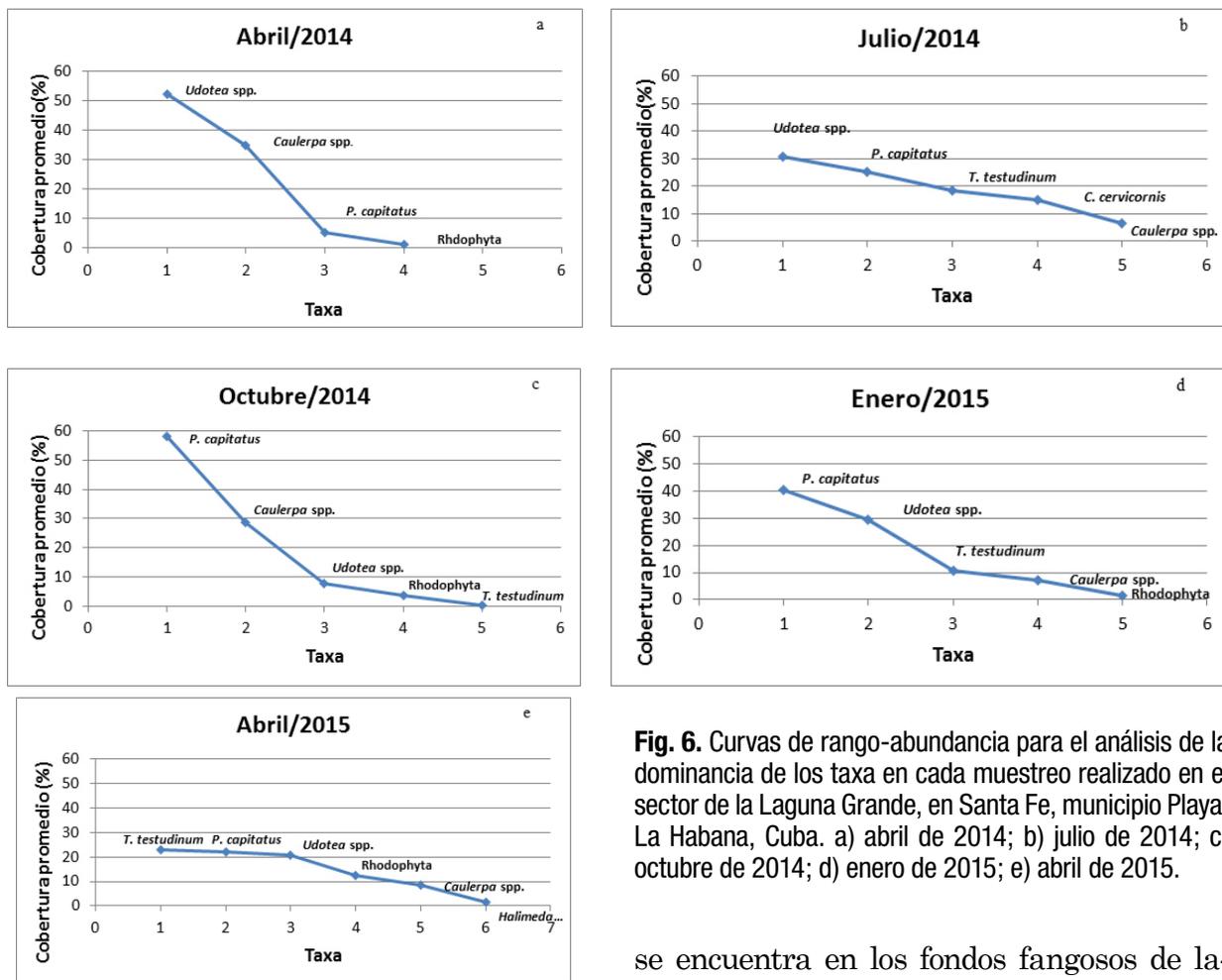


Fig. 6. Curvas de rango-abundancia para el análisis de la dominancia de los taxa en cada muestreo realizado en el sector de la Laguna Grande, en Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba. a) abril de 2014; b) julio de 2014; c) octubre de 2014; d) enero de 2015; e) abril de 2015.

Alfonso y Martínez-Daranas, 2009; Vega *et al.*, 2009). A diferencia de estas áreas, el tipo de fondo que predominó en el sector de la Laguna Grande era blando (fangoso a arenoso-fangoso) con poca presencia de elementos sólidos como rocas. Este factor puede ser una posible causa que haya determinado la baja riqueza de especies. Garduño-Solórzano *et al.* (2005) y Alfonso y Martínez-Daranas (2009) plantean que la naturaleza física del sustrato influye sobre el establecimiento, la composición y la distribución de la flora marina. Según Suárez *et al.* (2015), los fondos rocosos y otros sustratos duros son los de mayor diversidad de macroalgas (hasta 385 taxa infragenéricos), mientras que la menor

se encuentra en los fondos fangosos de lagunas costeras rodeadas de mangle (hasta 14 taxa infragenéricos). En los biotopos con pastos marinos, dominados por las angiospermas, son las algas verdes del orden Bryopsidales las que dominan entre las macroalgas. Según Zayas *et al.* (2006), *T. testudinum* se desarrolla con éxito en sedimentos finos, con aporte de materia orgánica proveniente de los esteros y arrastres pluviales. Estas condiciones le son propicias para colonizar en toda el área con gran proliferación de su sistema radicular. Los autores resaltan, además, que este tipo de sustrato no es adecuado para la fijación de las algas, con exclusión de las rizofíticas.

Los valores de biomasa seca promedio por unidad de área difieren a los encontrados

por Martínez-Daranas *et al.* (1996) en 109 estaciones ubicadas en los fondos blandos del archipiélago Sabana-Camagüey. Aunque no se pueden realizar comparaciones mediante análisis estadísticos debido a que no se emplearon los mismos métodos de muestreo que estos autores, las diferencias son notables. El peso seco promedio por unidad de área de las hojas de *T. testudinum* en dichas estaciones fue de 18,1 g PS m⁻², mientras que en el presente estudio fue tres veces menor. Por otro lado, los valores promedio de biomasa de *H. incrassata* (3,93 g PS m⁻²), *P. capitatus* (2,48 g PS m⁻²), *C. sertularioides* (0,11 g PS m⁻²) en Sabana-Camagüey (B. Martínez-Daranas, datos no publicados) son inferiores a los hallados en la Laguna Grande. De igual forma, los valores de biomasa encontrados por Buesa (1974) en los pastos marinos de la plataforma noroccidental de Cuba, resultaron menores para las macroalgas y mayores para las angiospermas marinas, al compararlos con los resultados obtenidos en la presente investigación. La especie *U. dixonii* no se había descrito cuando se realizó la investigación de Martínez-Daranas *et al.* (1996). No obstante, el peso seco promedio mayor encontrado para el género en esta región fue de 19,17 g PS m⁻² (B. Martínez-Daranas, datos no publicados). Esto resulta trece veces menor que el peso de *U. dixonii* en el sector estudiado en la laguna.

En la laguna Grande, la disposición tridimensional de los taxa sobre el fondo fue también compleja. Se observaron ejemplares de *P. capitatus* y *U. dixonii* en densidades muy altas, formando un follaje casi ininterrumpido de hasta 25 cm de altura. El género *Caulerpa*, fue hallado en los cinco meses, lo que coincide con Alfonso y Martínez-Daranas (2009), y presentó la mayor cobertura promedio después de *P.*

capitatus y *Udotea*. Se ubicó en distintos estratos dentro del follaje, tanto por debajo de los capítulos y láminas de las especies del orden Bryopsidales, como por encima, adheridos a estas estructuras.

El enriquecimiento por nutrientes en la laguna como resultado de la antropización pudo haber influido en el predominio de las macroalgas. En marzo de 2014 el laboratorio de Oceanografía del Instituto de Oceanología realizó un muestreo de calidad de agua en una zona de la laguna al oeste del área de estudio (Ileana García Ramil, comm. pers.). Según los datos de este muestreo los valores de salinidad (34,59 ups) y oxígeno disuelto (7,21 mg.L⁻¹) son adecuados para la vida marina (NC-25, 1999). Sin embargo, el valor de la demanda química de oxígeno (DQO = 3,31 mg.L⁻¹) y de nitrógeno amoniacal (NH₄ = 4.12 μMol.L⁻¹) resultaron relativamente altos. Sus resultados indican que existe un ingreso de nutrientes hacia la laguna (NC-25, 1999; Betanzos *et al.*, 2015). Además, la presencia de la medusa *Cassiopea xamachana* Bigelow, 1892 en altas densidades, principalmente al oeste de la laguna, puede ser otro indicador de la existencia de un incremento de nutrientes (Lapointe *et al.*, 1994). Los vientos del este, predominantes durante gran parte del año (ICGC, 1989), mueven los contaminantes hacia esta región.

La distribución de las macroalgas y de *T. testudinum* pudo estar determinada por el gradiente debido a los vientos y la comunicación con las aguas del océano a través del canal de la Marina Hemingway. En el 2014, la angiosperma se distribuyó con mayor frecuencia al este de la laguna, más cercana a dicho canal, donde el efecto de los vientos mejora la calidad del agua. Otros autores han comprobado que *T. testudinum*

es más abundante en las zonas de mayor intercambio con el océano, donde la salinidad suele ser más estable, la concentración de nutrientes y de materia orgánica en el agua es más baja y la transparencia del agua más alta (Martínez-Daranas *et al.*, 2007).

El hecho de que las algas verdes del orden Bryopsidales (*P. capitatus* y *Udotea* sp.) sean las que presentan mayores valores de biomasa y cobertura resulta de interés. Estas macroalgas, incluidas entre las de mayor complejidad en cuanto a su morfología, poseen como estrategia para su supervivencia un crecimiento muy lento pero alta resistencia a la herbivoría (Graham y Wilcox, 2000). Cuando la presión de los herbívoros es baja o ausente, las superficies bentónicas se caracterizan por el predominio de macroalgas con alta biomasa, baja productividad primaria por unidad de área y con morfología erecta (Graham y Wilcox, 2000). Por otro lado, cuando aumentan los niveles de nutrientes en el agua y disminuyen los herbívoros, las algas filamentosas de crecimiento rápido y con pocas adaptaciones frente a la herbivoría, pueden dominar (Littler y Littler, 2005). Las primeras en incrementar su biomasa son las microalgas epífitas y posteriormente las macroalgas epífitas. Ambos grupos proliferan dentro de los biotopos de *T. testudinum*, donde las angiospermas comienzan a sufrir falta de luz por sombreado, anoxia y por ende muerte de los individuos. Esto puede provocar a largo plazo un cambio de fase en estos ecosistemas (Littler y Littler, 2005), lo que no se pudo comprobar en este trabajo por carecer de datos anteriores.

El único trabajo encontrado en la literatura científica con un desarrollo semejante de macroalgas del orden Bryopsidales es el de Littler *et al.* (2004). Los autores

hallaron en el interior de lagunas costeras, manglares, y canales de Belice, colonias de *Aurainvillea* spp. con alta biomasa, capaz de dominar la productividad y la biomasa seca en su hábitat. Estas agrupaciones se desarrollaron en aguas tranquilas, poco profundas (< 3 m), rodeadas de mangle costero y con abundantes nutrientes. Al parecer el éxito de su colonización se le atribuyó a que habían extendido sus estipes lateralmente a manera de rizomas subterráneos. Los resultados obtenidos por esos autores y los de la presente investigación muestran que las posibilidades de las especies pertenecientes a este orden como colonizadores exitosos, no deben ser subestimadas, sobre todo en aguas eutróficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALFONSO, Y. Y MARTÍNEZ-DARANAS, B. (2009). Variaciones espacio-temporales en la cobertura del macrofitobentos en un área costera al norte de Ciudad de la Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 30, 187-201.
- BETANZOS, A., CAPETILLO, N., LOPEZTEGUI, A. Y ALBURQUERQUE, O. (2015). Oceanografía. En B. Martínez-Daranas (ed.), *Estado del hábitat en un sector de la plataforma marina al N. de Villa Clara y Sancti Spiritus, Cuba* (pp. 9-13). Informe final de Tarea. Proyecto PNUD-GEF Sabana-Camagüey, La Habana: Agencia de Medio Ambiente.
- BORUM, J., DUARTE, C. M., KRAUSE-JENSEN, D. Y GREVE, T. M. (2004). *European sea-grasses: an introduction to monitoring and management*. The M&MS Project, Copenhagen.
- BUESA, R. J. (1974). Population and biological data on turtle grass (*Thalassia testudinum* König, 1805) on the

- Northwestern Cuban Shelf. *Aquaculture*, 4 (2), 207-226.
- CARICOMP (2001). *CARICOMP Methods Manual - Level I: Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean*. CARICOMP Management Center, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica y Florida Institute of Oceanography, University of South Florida, St. Petersburg Florida, U.S.A.: Mona, Kingston, Jamaica.
- CARMENATE, M., LOZA, S., SÁNCHEZ, M., DELGADO, Y. Y MONTALVO, J.F. (2013). *Utilización de las comunidades de fitoplancton en la determinación de la calidad ambiental en la zona litoral de Ciudad de la Habana, Cuba*. Informe Final. Inst. Oceanol. Cuba.
- COLWELL, R. K. (2009). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application*. Available online at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- DAWES, C.J. Y MATHIESON, A.C. (2008). *The Seaweeds of Florida*. Gainesville: University Press of Florida.
- GARDUÑO-SOLÓRZANO, G., GODÍNEZ-ORTEGA, J.L. Y ORTEGA, M.M. (2005). Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y el Mar Caribe. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 76, 61-78.
- GÓMEZ, Y. T. Y BELTRÁN, J. (2013). *Control de la calidad ambiental de las aguas del litoral de Ciudad de la Habana, Cuba. Plan de vigilancia y monitoreo, 2013*. Informe final de Servicio Científico-Técnico. División Contaminación del CIMAB.
- GRAHAM, L.E. Y WILCOX, L.W. (2000). *Algae*. Prentice-Hall, Nueva Jersey: Upper Saddle River.
- GUIRY, M.D. Y GUIRY, G.M. (2015). *Algae-Base*. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- ICGC (1989). *Nuevo atlas nacional de Cuba*. Instituto de Geodesia y Cartografía/Academia de Ciencias de Cuba.
- JIMÉNEZ, C. Y ALCOLADO, P.M. (1990). Características del macrofitobentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. En P.M. Alcolado (ed.), *El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó* (pp. 8-13). La Habana: Editorial Academia.
- LAPOINTE, B. E., TOMASKO, D. A. AND MATZIE, W. R. (1994). Eutrophication and trophic state classification of seagrass communities in the Florida Keys. *Bull. Mar. Sci.*, 54 (3), 696-717.
- LIRMAN, D., SERAFY, J. E., THYBERG, T., COLLADO-VIDES, L., SANTOS, R., DEANGELO, G. AND BELLMUND, S. (2011). *Biscayne bay near shore submerged aquatic vegetation*. CERP Monitoring and Assessment Plan Component, Activity Number 3.2.3.3, Annual Report.
- LITTLER, D. S. AND LITTLER, M. M. (2000). *Caribbean Reef Plants*. Off Shore Graphics, Inc., Washington, D. C.
- LITTLER, M. M., LITTLER, D. S. AND BROOKS, B. L. (2004). Extraordinary mound-building forms of *Avrainvillea* (Bryopsidales, Chlorophyta): their experimental taxonomy, comparative functional morphology and ecological strategies. *Atoll Res. Bull.*, (515), 1-26.
- LITTLER, M. M. AND LITTLER, D. S. (2005). Application of a seagrass management model. In G. A. Krupnick and W. J. Kress (eds.), *Plant conservation: a*

- natural history approach* (pp. 270-285). Chicago: University of Chicago Press.
- LITTLER, D.S., LITTLER, M. M. AND HANISAK, M.D. (2008). *Submersed plants of the Indian River Lagoon*. Washington, D.C.: Offshore Graphics.
- LOYA, Y. (1978). Plotless and transect methods. En D.R. Stoddart and R.E. Johannes (eds.), *Coral reef research methods* (pp. 197-217). Paris: UNESCO.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., JIMÉNEZ, C. Y ALCOLADO, P. M. (1996). Prospección del macrofitobentos de los fondos blandos del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Avicennia*, 4 (5), 77-88.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., CANO, M., PERDOMO, M. E., CLERO-ALONSO, L., DÍAZ-LARREA, J., GUIMARAES, M., ZÚÑIGA-RÍOS, D., ALCOLADO, P. M., DUARTE, C. M. Y SIRET, S. (2007). Estado de los pastos marinos. En P.M. Alcolado, E.E. García, M. Arellano-Acosta (eds.), *Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 51- 56). La Habana: Editorial Academia.
- 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. (2014). Consideraciones metodológicas para el estudio y monitoreo de los pastos marinos. En A.C. Hernández-Zanuy y P.M. Alcolado (eds.), *Métodos para el estudio de la biodiversidad en ecosistemas marinos tropicales de Iberoamérica para la adaptación al cambio climático* (pp. 96-121). La Habana: Instituto de Oceanología.
- MCKENZIE, L.J., CAMPBELL, S. J. Y RODER, C.A. (2003). *Seagrass-Watch: Manual for mapping & monitoring seagrass resources by community (citizens) volunteers*. The State of Queensland, Department of Primary Industries, Cairns.
- NC-25. (1999). *Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero*. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.
- PERDOMO, M. E. (1998). *Monitoreo ecológico del efecto del pedraplén a cayo Santa María en el fitobentos marino*. (Tesis de maestría en Biología Marina y Acuicultura), con mención en Ecología Marina, Centro de Investigaciones Marinas (CIM), Universidad de La Habana, Cuba.
- RIVAS, L., ALCAIDE, J. F., SALAZAR, H. Y VALDÉS, M. G. (2015). Situación ambiental de la playa La Puntilla, Santa Fe, La Habana, Cuba. *Ser. Oceanol.* (14), 1-17.
- SEMIDEY, A. (2013). Determinación rápida de disturbios ambientales en el ecosistema arrecifal mediante el empleo del macrofitobentos. (Tesis de Máster en Biología Marina y Acuicultura) con Mención en Biología Marina, Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana, Cuba.
- SIGARROA, A. (1985). *Biometría y diseño experimental*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- SUÁREZ, A. M., AGUILAR, C. Y GONZÁLEZ-SANSÓN, G. (1989). Comparación de dos métodos para la cuantificación del fitobentos. *Rev. Invest. Mar.*, 10 (1), 21-26.
- SUÁREZ, A. M., MARTÍNEZ-DARANAS, B. Y ALFONSO, Y. (2015). *Macroalgas marinas de Cuba*. Editorial UH, La Habana, Cuba.
- VEGA, A., OCAÑA, F., FERNÁNDEZ, A., ZAYAS, C. R., CÓRDOVA, E. Y FERNÁNDEZ, S. (2009). Variación de la composición y abundancia de macroalgas en playa Don

- Lino, región nororiental de Cuba. *Anuario de Investigaciones Ambientales*. Holguín, CISAT, 1-21.
- WAYCOTT, M., DUARTE, C.M., CARRUTHERS, T.J.B., ORTH, R. J., DENNISON, W.C., OLYARNIK, S., CALLADINE, A., FOURQUREAN, J.W., HECK, K.L., HUGHES, A.R., KENDRICK, G.A., KENWORTHY, W.J., SHORT, F. T. Y WILLIAMS S.L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Ecology*, 106 (30). 12377–12381.
- ZAYAS, C.R., SUÁREZ, A.M. Y OCAÑA, F.A. (2006). Abundancia y diversidad de especies del fitobentos de playa Guardalavaca, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 27 (2), 87-93.
- ZÚÑIGA, D., MARTÍNEZ-DARANAS, B. Y ALCOLADO, P.M. (2012). Ficoflora de los arrecifes coralinos del archipiélago Sabana-Camagüey. *Ser. Oceanol.*, 11, 57-76.