

ARTÍCULO ORIGINAL

**CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT EN LA ZONA DE CRÍA DE LA LANGOSTA ESPINOSA *PANULIRUS ARGUS* AL ESTE DE LA ISLA DE LA JUVENTUD, CUBA (2010-2011)**

*Characteristics of the habitat in the nursery area of the spiny lobster *Panulirus argus* eastern of the Isle of Youth, Cuba*

Beatriz Martínez-Daranas<sup>1\*</sup>, Abel Betanzos Vega<sup>2</sup>, Alexander Lopeztegui Castillo<sup>2</sup>, Norberto Capetillo-Piñar<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC). Cayo Coco. Morón. CP: 69400. Ciego de Ávila. Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Marinas (CIM-UH). Calle 16 No. 114, Miramar, Playa, La Habana 11300, Cuba.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), 5ta y 246, Santa Fe, Playa, La Habana 11600, Cuba.

<sup>3</sup> Federación de Cooperativas Pesqueras Zona Centro, FEDECOOP Zona Centro, La Paz, Baja California Sur, México.

\* Autor para correspondencia: [beatriz@cim.uh.cu](mailto:beatriz@cim.uh.cu)

Recibido: 22.11.2017

Aceptado: 11.5.2018

**RESUMEN**

Se realizó una evaluación del estado del hábitat en un área de cría para la fase juvenil algal de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804), localizada al este de la Isla de la Juventud. Se realizaron muestreos del agua y del macrofitobentos en cuatro ocasiones entre 2010 y 2011, en ocho estaciones. Se verificó que la temperatura, la turbidez, el oxígeno disuelto y la salinidad del agua mantienen condiciones propicias para el desarrollo de la vida marina. Se encontraron pastos marinos dominados por la angiosperma *Thalassia testudinum* K.D. Koenig en solo tres estaciones, con una biomasa seca promedio de  $24,9 \pm 13,5$  (D.E.)  $\text{g.m}^{-2}$  para las hojas y de  $1043,4 \pm 555,1$   $\text{g.m}^{-2}$  para rizomas + raíces. La baja biomasa foliar, en relación con la biomasa total, puede indicar limitación por nutrientes. Se encontraron diferencias espaciales y temporales relacionadas fundamentalmente con las variaciones climáticas estacionales y el hidrodinamismo imperante en el área de estudio. Se observó una disminución del área cubierta con pastos marinos y de las acumulaciones de *Laurencia intricata* Lamouroux, en relación con lo estimado 20 años después de estudios previos. Se plantea la hipótesis de que las características hidrodinámicas de la zona, relacionadas en parte con el paso de tormentas tropicales de alta intensidad, pueden haber incidido en las diferencias encontradas en el macrofitobentos.

**PALABRAS CLAVE:** biomasa, *Laurencia intricata*, macroalgas, pastos marinos, *Thalassia testudinum*.

**ABSTRACT**

*An assessment of the state of the habitat at the nursery area for the algal stage of spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) located eastern to the Isle of Youth, Cuba, was accomplished. Seawater and marine vegetation were sampled in four occasions in eight sites be-*

tween 2010 and 2011. It was verified that the temperature, the turbidity, the dissolved oxygen and the salinity of seawater keep are suitable for marine life. Only in three sites seagrasses dominated by the marine angiosperm *Thalassia testudinum* K.D. Koenig were found, with an average dry biomass of  $24,9 \pm 13,5$  (D.E.)  $g.m^{-2}$  for aboveground biomass and of  $1043,4 \pm 555,1$   $g.m^{-2}$  for belowground organs. Low foliar biomass in relation to total biomass can indicate nutrient limitation. Temporal and spatial variations were observed in biomass, mainly related with seasonal climatic variability and the hydrodynamics in the study area. A diminishing of the area covered with seagrasses and the drifting masses of *Laurencia intricata* Lamouroux were observed, 20 years after previous studies. The hypothesis that arises is that hydrodynamic characteristics, related to the passage of high intensity tropical storms, could have caused the differences found on submarine vegetation.

**KEY WORDS:** biomass, *Laurencia intricata*, macroalgae, seagrasses, *Thalassia testudinum*.

## INTRODUCCIÓN

La langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) es el recurso pesquero de mayor importancia en Cuba debido al volumen de sus capturas y a su buen precio en el mercado internacional (Puga *et al.*, 2013). Se ha reconocido que las poblaciones de esta especie en Cuba y otros estados del Caribe y en Brasil están mostrando signos de declinación en las últimas dos décadas debido a numerosos factores, en gran medida atribuidos a otros aparte del manejo de las pesquerías (Ehrhardt *et al.*, 2011). Se arrojan, entre otras causas de esta disminución, al incremento en la frecuencia y la intensidad de los huracanes, diversos procesos derivados del desarrollo antrópico en las zonas costeras, así como una menor disponibilidad de nutrientes debido al represamiento de los ríos que ocasiona la

disminución de escurrimientos terrígenos (Puga *et al.*, 2013).

*P. argus* tiene un ciclo de vida complejo, que transcurre a través de diferentes hábitats que presentan características y propiedades únicas que los diferencian entre sí. Las larvas de esta especie pasan por once estadios denominados filosomas durante 5-8 meses en el océano, y después de la última metamorfosis, migran hacia la zona costera como puérulos o postlarvas (Cruz *et al.*, 2007). Las fases bentónicas se desarrollan en diferentes hábitats atendiendo al tamaño del individuo y a sus requerimientos fisiológicos. La fase bentónica más vulnerable es la llamada fase algal, cuyo hábitat preferido son las macroalgas bentónicas, angiospermas marinas y manglares. La fase juvenil temprano (postalgal) se localiza en los hábitats de esponjas, octocorales, huecos, grietas y corales (Kanciruk, 1980; Forcucci *et al.*, 1994). Se ha reconocido que estas áreas de cría tienen un rol crucial en el éxito del reclutamiento de *P. argus* y en la producción pesquera (Ehrhardt *et al.*, 2011).

También se ha constatado que el aumento de la actividad antrópica en las zonas costeras cubanas provocan impactos sobre los ecosistemas marino-costeros (Fernández Márquez y Pérez de los Reyes, 2009). Por lo que es de esperarse que el aumento histórico de la actividad antropogénica en la zona costera de Cuba pudiera estar afectando negativamente la calidad de los hábitats críticos de la langosta, sobre todo en los criaderos naturales de las etapas tempranas. Estas áreas en Cuba, están caracterizadas por ser zonas poco profundas con abundante vegetación marina y elevado cubrimiento del macrofitobentos (macroalgas y angiospermas). Áreas naturales de cría en zonas costeras al norte del golfo de

Batabanó, han sido impactadas por el represamiento de los ríos y su consecuente disminución de nutrientes, la tala del manglar y eventos meteorológicos extremos (Piñeiro *et al.*, 2006). Derivado de ello, es necesario conocer el estado actual del hábitat en otras áreas de cría de esta región.

La zona somera y semi-cerrada al este de la Isla de la Juventud, es considerada un criadero natural importante, de uso y protección (Resolución No 187/2008) por el Ministerio de la Pesca (Cruz *et al.*, 1990). Su importancia radica en que las características geográficas, topográficas y oceanográficas de esta ensenada y de sus aguas oceánicas adyacentes (García *et al.*, 1995), permiten la presencia de langostas en diferentes etapas de su ciclo de vida. En esta zona predominaban los pastos marinos de *Thalassia testudinum* K.D. Koenig con abundantes aglomeraciones de *Laurencia intricata* Lamouroux sobre el pasto (Suárez y la Rosa, 1990; Herrera *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 2007). Se ha constatado que tanto los pastos marinos como las especies de este género de alga son muy importantes como refugio para los juveniles algales de esta especie (Marx y Herrnkind, 1985; Butler *et al.*, 1997). Por estas razones se efectúan monitoreos sistemáticos de post-larvas (púrrulos) y juveniles, con objetivo predictivo del reclutamiento (Cruz *et al.*, 2007). No obstante, las últimas evaluaciones del macrofitobentos en la zona datan de los años 90 del pasado siglo. Debido a la importancia de la zona de cría de langosta al este de la Isla de la Juventud (Cruz *et al.*, 1990, 2007), se propuso como objetivo evaluar el estado del hábitat, años después de los estudios antes mencionados, en función de la calidad hidrológica y del macrofitobentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

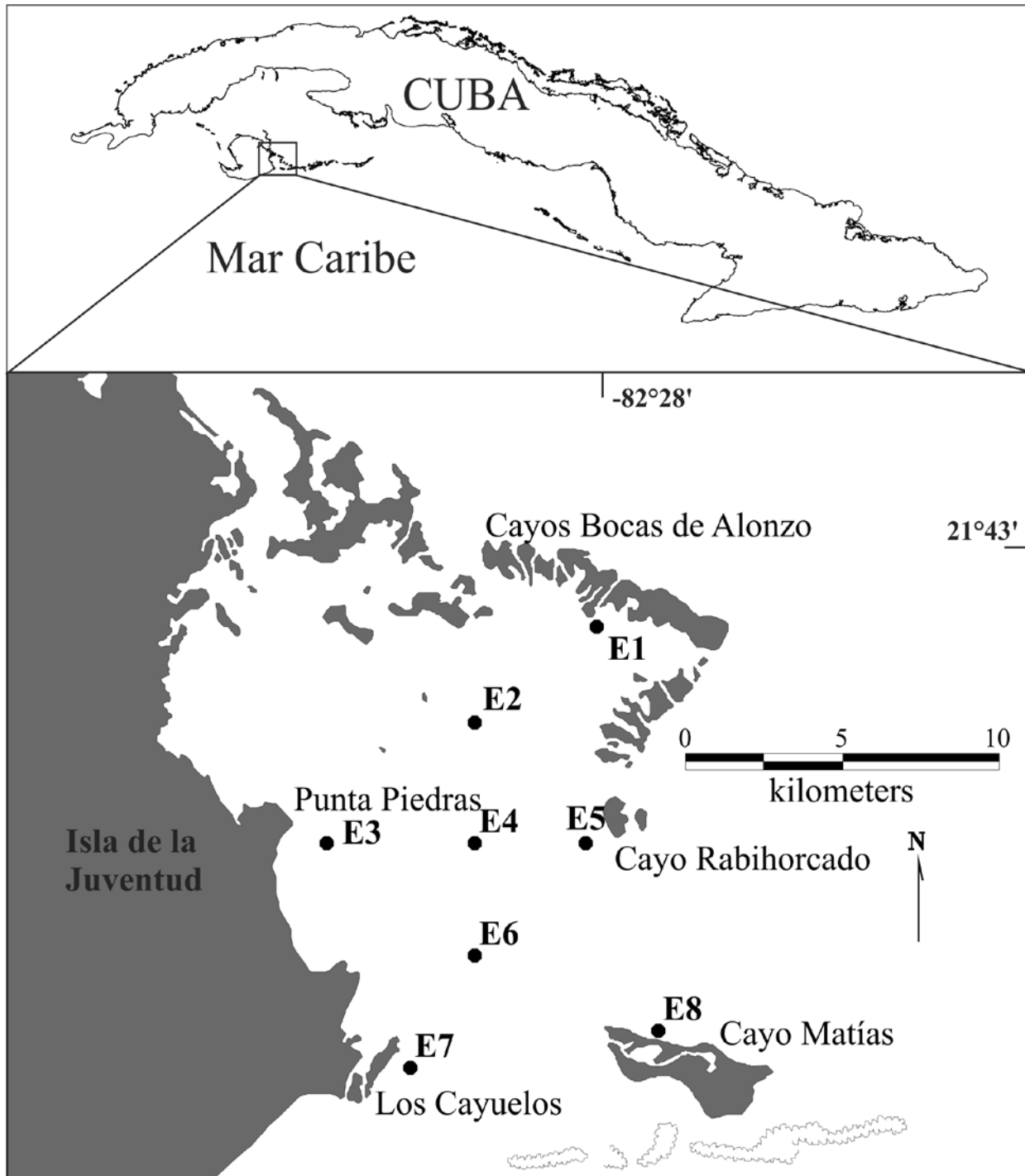
### ÁREA DE ESTUDIO

La región de estudio tiene un área aproximada de 145 km<sup>2</sup>. Presenta características de ensenada o macrolaguna al estar delimitada y semiprotegida por varios cayos de mangle (cayos Matías, Rabihorcado, Los Cayuelos y cayos de Bocas de Alonso) y por la costa oriental de la Isla de la Juventud (Fig. 1). Tiene intercambio de las aguas por el norte con el Golfo de Batabanó a través de canales o “pasas”, y por el sur tiene una fuerte influencia de las aguas oceánicas del Mar Caribe. La profundidad media es de 3 m, con un máximo de 6 m por un canal de acceso por el sur (García *et al.*, 1995).

Se seleccionaron ocho estaciones en áreas reconocidas por Cruz *et al.* (1990), como de criaderos de juveniles de langosta *P. argus* (Fig. 1). Las coordenadas de cada estación fueron registradas con un GPS, para asegurar el regreso al mismo con posterioridad. Cada estación fue explorada visualmente en abril de 2010, cuando se determinaron la profundidad y las características generales, mediante buceo libre. Se realizaron muestreos en junio y agosto de 2010, y en marzo y septiembre de 2011, para incluir las dos estaciones climáticas reconocidas en Cuba (periodo lluvioso de mayo a octubre, y periodo poco lluvioso de noviembre a abril (Planos Gutiérrez *et al.*, 2013).

### MUESTREO DEL MACROFITOBENTOS

En cada estación se tomaron muestras, mediante buceo autónomo, con un tubo muestreador de 20 cm de diámetro, el cual se enterró hasta 30-35 cm en el sedimento, según lo recomendado por (CARICOMP, 2001). Se tomaron cinco unidades de muestreo que se ubicaron lanzando el tubo muestreador al azar en el centro de la pradera para evitar el efecto de borde, en un radio



**Fig. 1.** Área de estudio con las ocho estaciones en que se realizaron muestreos.

aproximado de unos 15-20 m. El material recolectado en cada tubo fue lavado con agua de mar para eliminar el sedimento y otros organismos, envasado en bolsas de plástico, etiquetadas y fijadas con formol al 5%. En el laboratorio, las muestras fueron

lavadas con agua corriente para eliminar las sales y el sedimento. Las muestras de *T. testudinum* fueron separada en dos fracciones: hojas y tejidos no fotosintéticos (rizomas verticales y horizontales + raíces). Los epifitos sobre las hojas de las angiospermas marinas fueron eliminados raspando cuidadosamente con una cuchilla de afeitar. Se estimó la biomasa húmeda en cada fracción o especie con una balanza técnica con una precisión de 0.1 g. Se estimó la biomasa seca por unidad de área de *T. testudinum* mediante ecuaciones de regresión elaboradas con datos anteriores de biomasa húmeda y biomasa seca tanto para las hojas (BF) como para la fracción rizomas+raíces (BR) (Martínez-Daranas, 2014). Posteriormente se promediaron los valores de biomasa de ambas fracciones para estimar la proporción entre la biomasa fotosintética y la no fotosintética para cada muestreo. La biomasa de macroalgas se estimó en biomasa húmeda por unidad de área.

#### MUESTREO DE VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

En cada muestreo se registraron variables fisicoquímicas en el horario comprendido entre las 10:00 y las 16:00 horas. Se realizaron registros *in situ* en superficie (0,30 m) y fondo, de la temperatura del agua, la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto, con una sonda multiparamétrica HANNA HI 9828. También se registró la turbidez del agua, con un turbidímetro HANNA HI 93703-11 con precisión (error) de  $\pm 0,01$  FTU (Unidad de Turbidez de la Formazina). La profundidad se midió con los batímetros de buceo.

#### ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los valores obtenidos en los muestreos fueron analizados para comprobar las pruebas de premisas necesarias para

realizar análisis paramétricos. La normalidad se probó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y las probabilidades de Lilliefors, y la homocidasticidad con la de Levene. Se estimaron los valores centrales, así como su dispersión para cada variable.

Como los datos biológicos no cumplieron las premisas para análisis paramétricos, se realizó un análisis de varianza permutacional univariado con 4999 permutaciones (PERMANOVA) (Anderson *et al.*, 2008) para detectar las diferencias temporales y espaciales en las variables biológicas (BF y BR). Se empleó un diseño con dos factores: meses (junio-2010, agosto-2010, marzo-2011, septiembre-2011) y las estaciones que presentaron macrofitobentos (E1, E7, E8); todos los factores fueron fijos. Estos análisis se realizaron con el paquete PRIMER 6.1.15 + PERMANOVA 1.0.5. Los gráficos de estas variables se realizaron en Microsoft Office Excel, según Weissgerber *et al.* (2015).

Para comprobar si hubo diferencias entre las variables oceanográficas medidas en superficie y fondo se empleó la prueba de Mann-Whitney. Al no cumplir con la premisa de la homocidasticidad, se emplearon los análisis no paramétricos de Kruskal-Wallis y pruebas de comparaciones múltiples por rangos de medias para detectar las diferencias temporales y espaciales en estas variables. Se realizaron análisis de correlación por rangos de Spearman entre las variables oceanográficas, así como entre éstas y las biológicas. Estos análisis estadísticos y los gráficos de las variables oceanográficas se realizaron con el programa Statistica 7.0, con un nivel de confianza del 95%.

Para ordenar las estaciones de acuerdo con las variables oceanográficas se empleó un Análisis de Componentes Principales (PCA) con los datos normalizados de los

promedios de las variables oceanográficas por muestreo con el paquete PRIMER 6.1.15.

## RESULTADOS

### MACROFITOBENTOS

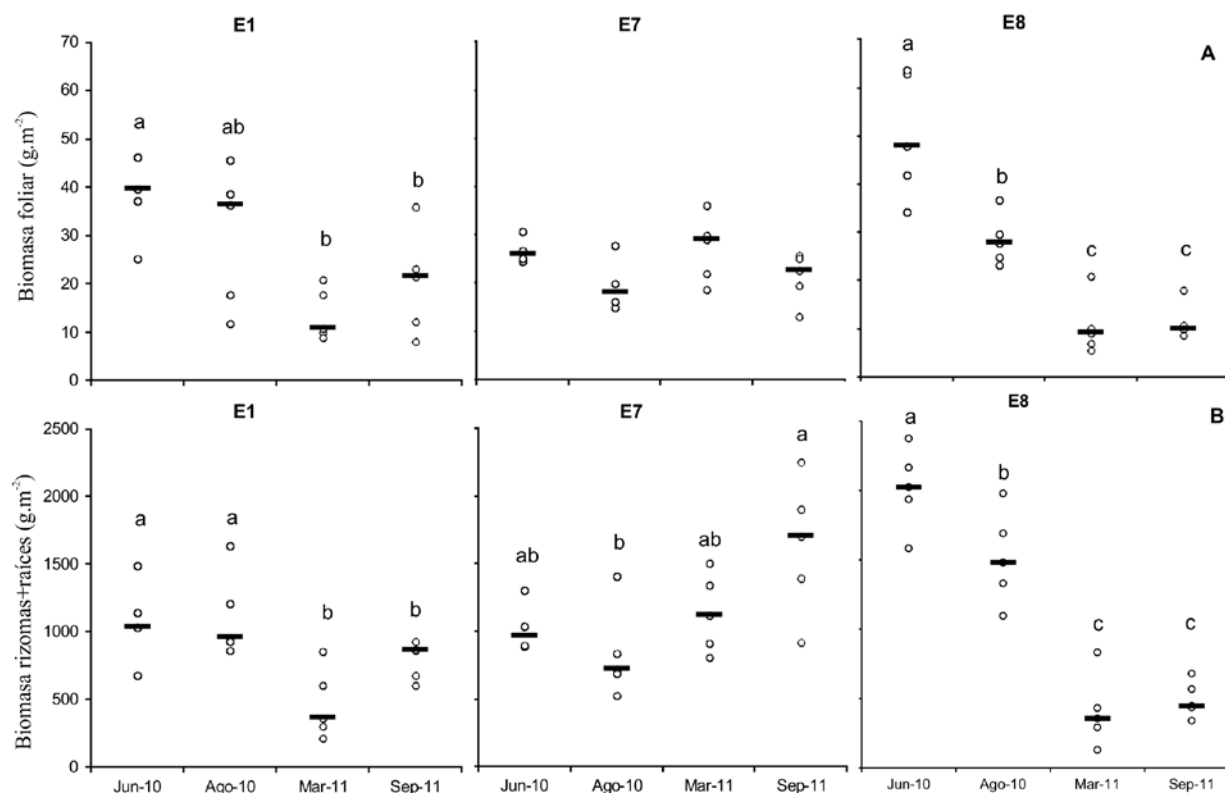
De las ocho estaciones, solo se encontró macrofitobentos desarrollado con predominio de *T. testudinum* en tres de ellos (E1, E7 y E8, Fig. 1), durante todo el tiempo que se realizó el estudio. La estación E1 presentó un fondo fango-arenoso de color gris claro con predominio de *T. testudinum* en densidades medias. A menor profundidad se encontró *Halodule wrightii* Ascherson, adyacente a una zona litoral con mangles de borde de *Rhizophora mangle* L. La zona al este de Los Cayuelos (E7), con fondo arenoso de color blanco, mostró *T. testudinum* en densidades de media a alta; más cerca de la costa y a menor profundidad, aumenta la densidad de esta especie y se mezcla con *H. wrightii*, donde predominan fondos de sedimentos más finos de tipo fangoso-arenosos. E8 se encuentra al noroeste de cayo Matías y tuvo un fondo areno-fangoso de color blanco, con densidades medias a altas de *T. testudinum*. En las cinco estaciones

sin vegetación el biotopo fue algo diferente, con una plataforma rocosa y una capa fina e inestable de sedimentos arenoso-fangosos de color blanco. En éstos, se observaron solo algunos octocorales y esponjas, así como parches aislados de macroalgas. Al centro del área (en E2, E4, E6, Fig. 1), se observó un fondo plano duro con una capa de sedimento más fina que en las restantes.

La biomasa foliar (BF) seca de *T. testudinum* presentó una media de  $24,9 \pm 13,5$  (D.E.) gPS.m<sup>-2</sup> en los muestreos. La biomasa seca de rizomas + raíces (BR) fue de  $1043,4 \pm 555,1$  gPS.m<sup>-2</sup>. El análisis de varianza permutacional univariado mostró diferencias entre estaciones y entre los meses en que se realizaron los muestreos, así como en la interacción entre ambos factores, tanto para BF como para BR (Tabla 1). Para la BF, el componente que más aportó a la variación fueron las diferencias entre los meses (Tabla 1). La estación E7 no mostró diferencias entre los meses (Fig. 2A) y fue la que presentó los valores de BF más bajos. Para E1 y E8, los mayores valores de BF fueron encontrados en junio-2010 y los menores en marzo-septiembre-2011 (Fig. 2A).

**Tabla 1.** Análisis de varianza permutacional univariado de la biomasa foliar (BF) y la biomasa de rizomas + raíces (BR) de *T. testudinum* con dos factores: estaciones (Es) y meses (Me). gl: grados de libertad, P: valor de probabilidad asociada, Permut: número de permutaciones y Comp. Var.: componentes de variación.

Variable	Factores	gl	Pseudo-F	P(perm)	Permut	Comp.Var.
BF	Es	2	3,1725	0,0372	4985	32,833
	Me	3	14,926	0,0002	4983	280,77
	EsxMe	6	4,7314	0,0002	4985	225,15
	Res	46				290,64
	Total	57				
BR	Es	2	6,1117	0,0008	4988	72,921
	Me	3	10,719	0,0002	4983	184,97
	EsxMe	6	8,7335	0,0002	4979	440,45
	Res	46				274,34
	Total	57				



**Fig. 2.** Diferencias en la biomasa foliar (A) y la de rizomas + raíces (B) seca de *T. testudinum* por estaciones y meses. Letras diferentes indican diferencias significativas. Las barras indican los valores de la mediana.

La BR presentó la mayor variación en la interacción entre estaciones y meses (Tabla 1) puesto que se comportó de forma diferente en las tres estaciones. Esta variable tuvo los valores mayores para la estación E1 en junio-agosto-2010 y los menores en marzo-septiembre-2011 (Fig. 2B) y fue la estación con valores menores. Para E7, los valores más altos fueron para septiembre-2011 y presentó poca variación en el resto de los meses. E8 tuvo los valores más altos de BR en junio-2010 y fueron disminuyendo hasta marzo-septiembre-2011, al igual que la BF (Figs. 2A y 2B).

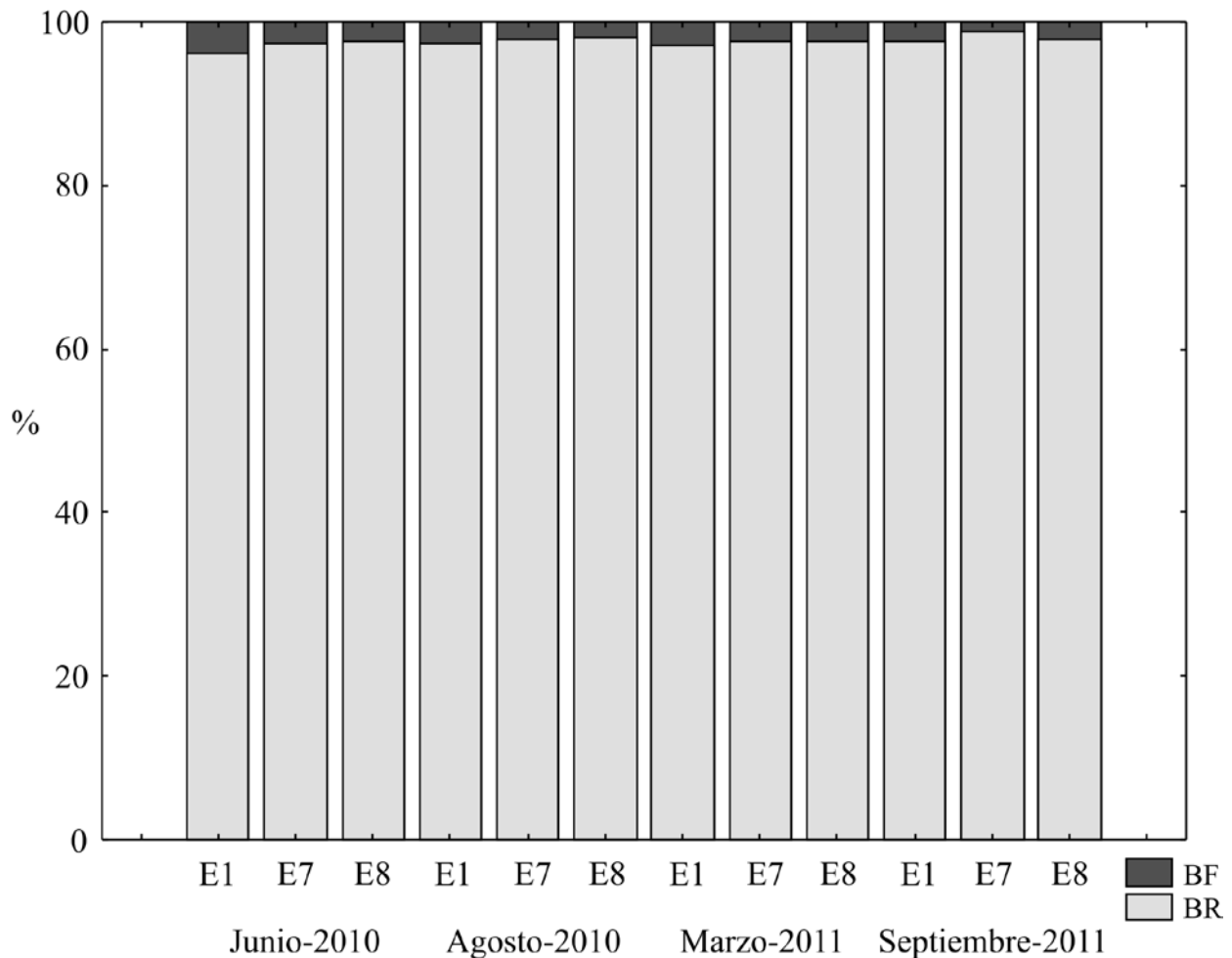
La BF aportó entre el 1,3 y el 3,7 % a la biomasa total de *T. testudinum* en toda la zona, mientras que la BR se mantuvo entre 96,3 y 98,7% (Fig. 3). Esto significa que

la BR fue entre 26 y 77 veces superior a la BF.

Solo en E7 se encontraron macroalgas en todos los muestreos y en general presentaron una alta variabilidad con muchos ceros (Fig. 4). La biomasa húmeda de macroalgas tuvo una media de  $146,1 \pm 272,4$  g.m<sup>-2</sup> con los valores mínimos en E1 (Fig. 4). Esta biomasa estuvo compuesta de algas verdes rizofíticas de los géneros *Halimeda*, *Penicillium* y *Caulerpa*. Solo en junio-2010 se apreciaron individuos aislados de *L. intricata* en E1, pero no formaron parte de la muestra colectada.

#### VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

La profundidad varió entre 2,6 (E1) y 4,2 m (E2), con un promedio de 3,4 m entre las ocho estaciones prospectadas.



**Fig. 3.** Proporción de la biomasa foliar (BF) y la biomasa raíces + rizomas (BR) de la total de *T. testudinum* por estaciones y meses.

La prueba de Mann-Whitney mostró que las variables abióticas no tuvieron diferencias entre los niveles de superficie y fondo (Tabla 2). La turbidez presentó diferencias

significativas entre las estaciones (Tabla 3), donde la diferencia estuvo entre los valores de E7 (mediana = 0,90 FTU), que fue significativamente menor ( $p = 0,0077$ ) que

**Tabla 2.** Resultados de la prueba para detectar diferencias entre superficie y fondo en las variables oceanográficas medidas. U: estadígrafo de Mann-Whitney; p: probabilidad; N: número de pares de valores.

Variables	Suma de rangos		U	p	N	
	Fondo	Superficie			Fondo	Superficie
Temperatura (°C)	1037,500	1042,500	509,5000	0,973222	32	32
Salinidad (PSU)	1062,000	1018,000	490,0000	0,767691	32	32
Oxígeno disuelto (mg.L <sup>-1</sup> )	1029,500	1050,500	501,5000	0,887882	32	32
Turbidez (FTU)	1039,500	1040,500	511,5000	0,994643	32	32

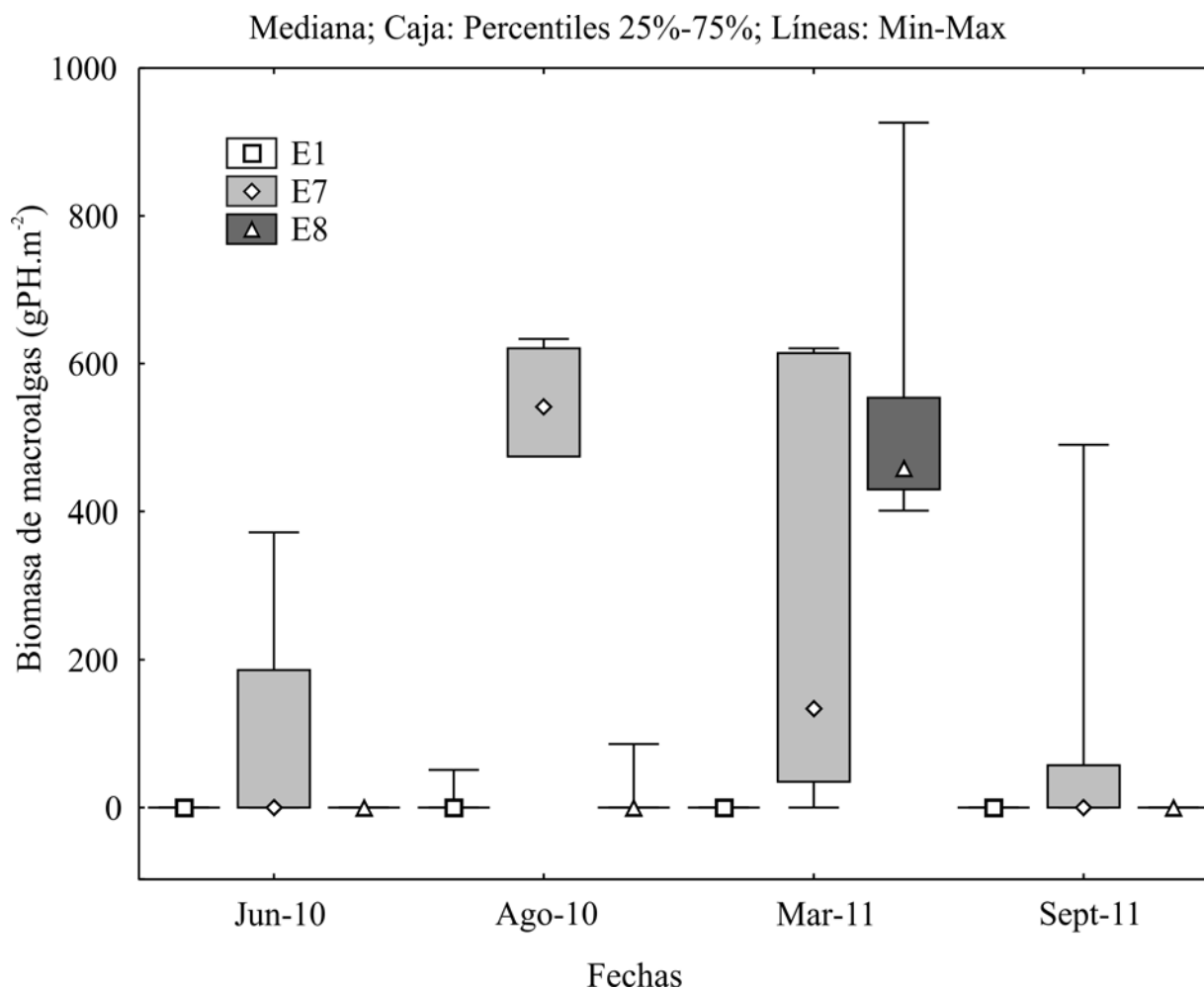


**Tabla 3.** Resultados de la prueba no paramétrica para detectar diferencias en las variables oceanográficas entre estaciones. H: estadígrafo de Kruskal-Wallis, p: probabilidad.

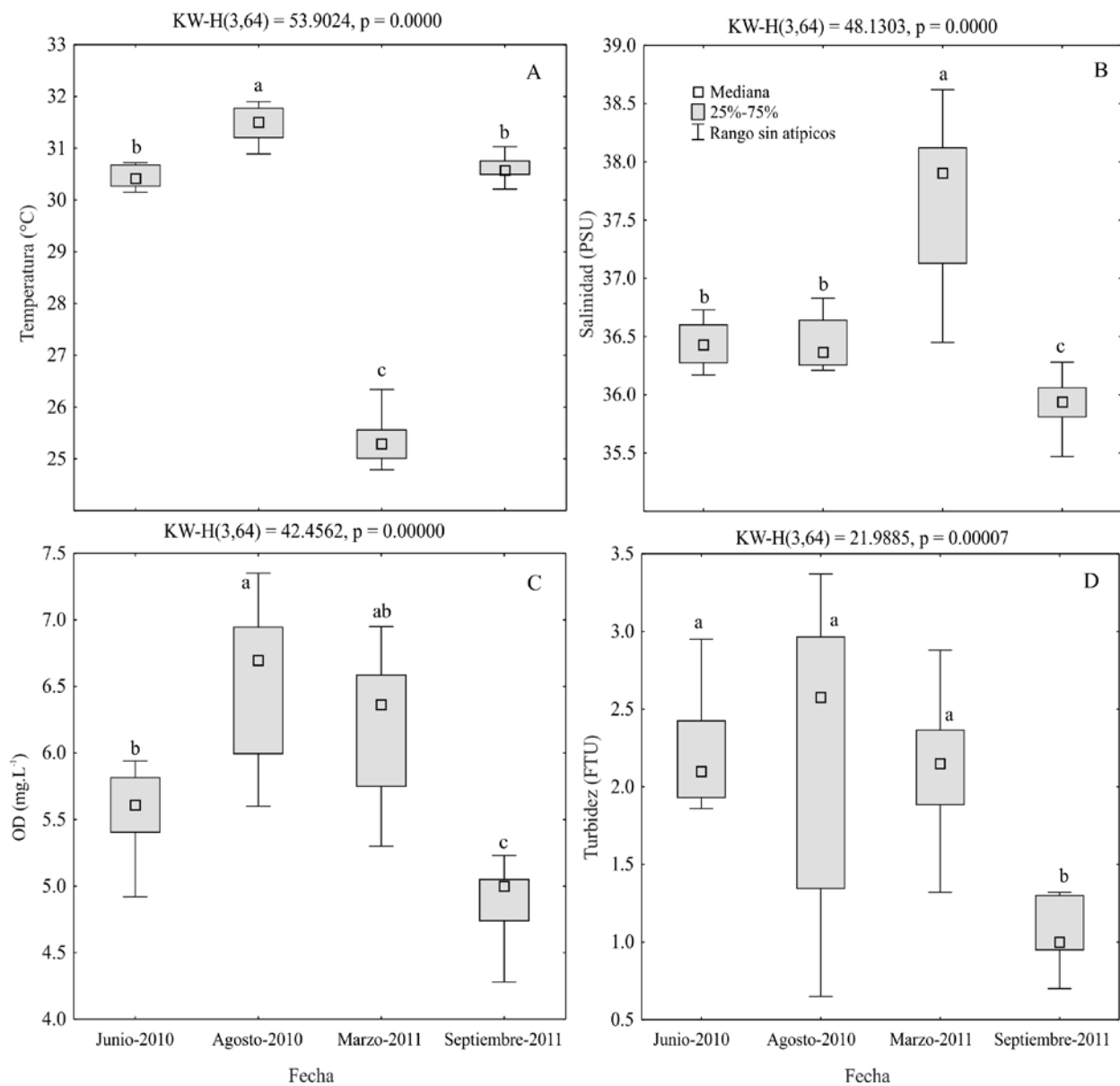
Variable	H (7, N = 64)	p
Temperatura (°C)	3,972390	0,7830
Salinidad (PSU)	5,683081	0,5772
Oxígeno disuelto (mg.L <sup>-1</sup> )	9,793665	0,2006
Turbidez (FTU)	19,85987	0,0059

los de E3 (mediana = 2,73 FTU). El resto de las variables oceanográficas no presentó diferencias entre las ocho estaciones, de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis.

La temperatura por meses muestreados varió entre 24,79 y 31,9°C. Los mínimos de temperatura se registraron en marzo-2011 y difieren estadísticamente de los registrados en el resto de los meses muestreados, con máximo en agosto-2010 (Fig. 5A). En marzo (periodo poco lluvioso), se registró el máximo de salinidad (38,62), y el mínimo (33,3) en septiembre (lluvioso) (Fig. 5B). El oxígeno disuelto varió desde 4,25 hasta 7,35 mg L<sup>-1</sup>; con 83% de los valores superiores a 5 mg L<sup>-1</sup> (Fig. 5B). Los valores menores se hallaron en septiembre-2011, mientras que los más altos son



**Fig. 4.** Valores de la biomasa húmeda de macroalgas en las tres estaciones durante los diferentes muestreos.



**Fig. 5.** Valores de las variables oceanográficas en cada mes. A: Temperatura del agua; B: Salinidad; C: Oxígeno disuelto (OD); D: Turbidez.

de agosto-2010 y marzo-2011 (Fig. 5C). La turbidez entre 0,65 y 3,37 FTU, con los menores valores en septiembre-2011 (Fig. 5D).

Se encontraron correlaciones significativas, entre algunas de las variables oceanográficas. Las relaciones fueron negativas entre la salinidad y la temperatura; fueron positivas entre el oxígeno

disuelto con la temperatura, la salinidad y la turbidez, y entre la salinidad y la turbidez (Tabla 4). Las correlaciones más fuertes estuvieron entre la turbidez y el oxígeno disuelto. Se encontraron correlaciones negativas entre BF y BR con la profundidad, así como entre BR y la biomasa húmeda de macroalgas con la turbidez

**Tabla 4.** Valor del coeficiente de correlación por rangos de Spearman entre las variables oceanográficas. N = 64; <sup>ns</sup> = p > 0,05; \* p < 0,05; \*\*\* p < 0,001.

Variabes	Temperatura	Salinidad	Oxígeno disuelto	Turbidez
Profundidad	0,0926 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,2276 <sup>ns</sup>	0,1581 <sup>ns</sup>
Temperatura		-0,4871***	0,2517*	0,0139 <sup>ns</sup>
Salinidad			0,4471***	0,5604***
Oxígeno disuelto				0,6047***

(Tabla 5). Estas relaciones no fueron muy fuertes, lo cual es de esperarse, porque deben estar actuando otras variables que no fueron estudiadas. Por ejemplo, la concentración de fitoplancton debe incidir en la relación entre la turbidez y el oxígeno disuelto, y los niveles de nutrientes en agua y sedimentos para las relaciones de la biomasa de *T. testudinum* con las variables oceanográficas.

Para obtener un mejor ajuste, y por la alta correlación entre la turbidez y el oxígeno disuelto, se eliminó la primera del Análisis de Componentes Principales (PCA). Este análisis mostró un ordenamiento de las estaciones de acuerdo con las diferencias en las variables oceanográficas medidas (Fig. 6), con un 77,1 % de la variabilidad explicada en los dos primeros componentes (Tabla 6). Las variables que más aportaron a la variabilidad fueron la temperatura y la salinidad en el primer componente, la profundidad en el segundo y el oxígeno disuelto en el tercero (Tabla 6). Los pastos marinos se presentaron en diferentes rangos de temperatura y salinidad, pero hacia

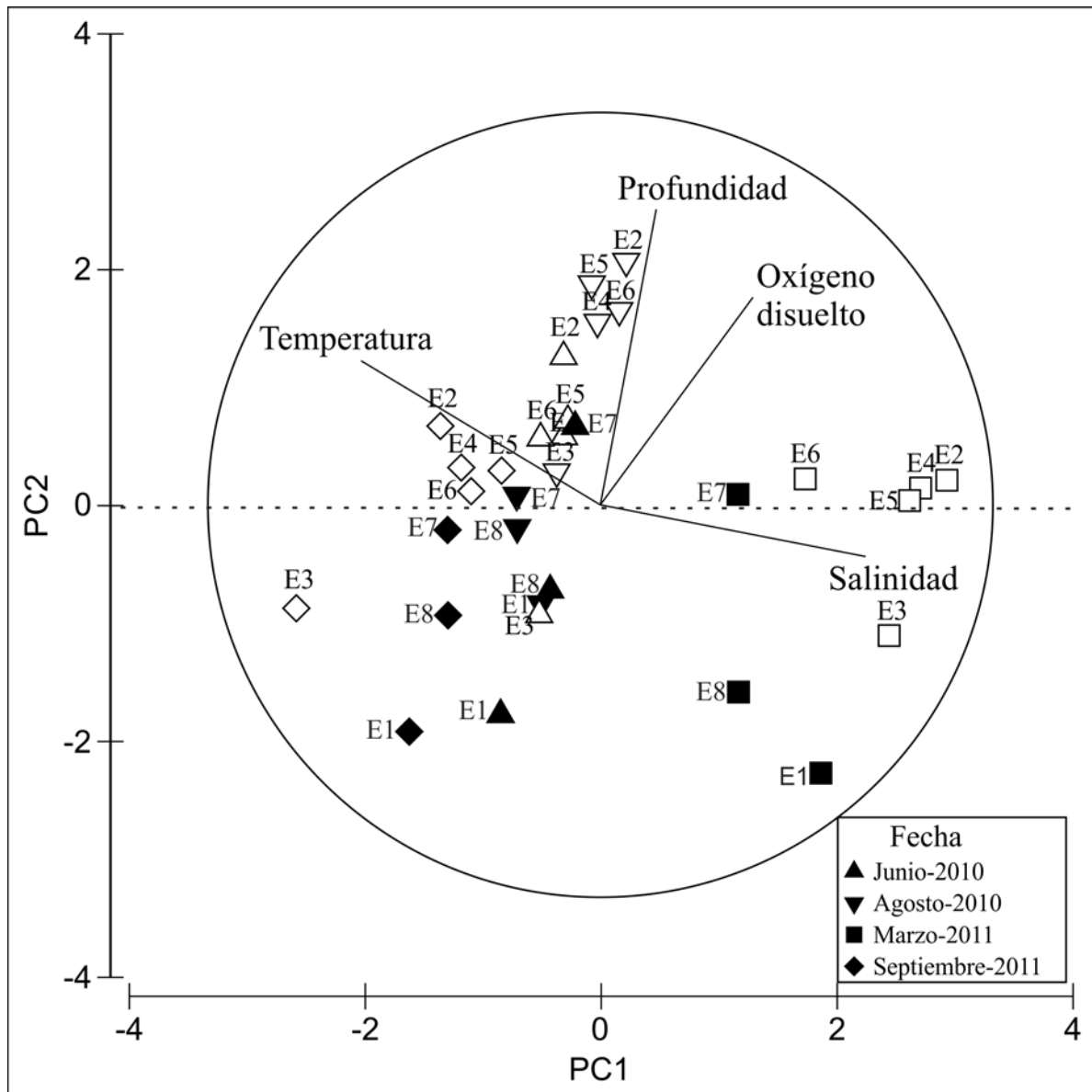
los menores valores de profundidad y oxígeno disuelto (Fig. 6).

## DISCUSIÓN

En las tres estaciones donde se encontraron pastos marinos, predominó *T. testudinum*, acompañada por macroalgas con rizoides del orden Bryopsidales (Chlorophyta) en mucha menor proporción. Esta composición es habitual en las praderas marinas saludables del Caribe (Van Tussenbroek *et al.*, 2010) y de otras áreas de la plataforma cubana (Jiménez y Alcolado, 1990; Martínez-Daranas *et al.*, 2005; Martínez-Daranas, 2007; Guimaraes *et al.*, 2013). Herrera *et al.* (1991) describen el área completa prácticamente cubierta de *T. testudinum*, con una biomasa entre 279 y 1270 gPH.m<sup>-2</sup>. Aunque no se pueden realizar comparaciones por los diferentes métodos de muestreo, los valores de biomasa foliar húmeda obtenidos en este estudio, promediaron entre 75,8 y 603 gPH.m<sup>-2</sup>, lo cual resulta una diferencia de aproximadamente la mitad. Herrera *et al.* (1991) no presentan las fechas de sus muestreos, pero en general se observa una

**Tabla 5.** Valores del coeficiente de correlación por rangos de Spearman entre las variables biológicas y las oceanográficas. BF: biomasa foliar seca de *T. testudinum*; BR: biomasa de rizomas + raíces secas de *T. testudinum*; BHA: biomasa húmeda de macroalgas. N = 32; <sup>ns</sup> = p > 0,05; \* p < 0,05; \*\*\* p < 0,001.

Variabes	Profundidad	Temperatura	Salinidad	Oxígeno disuelto	Turbidez
BF	-0,6705***	-0,0045 <sup>ns</sup>	-0,1089 <sup>ns</sup>	-0,1485 <sup>ns</sup>	-0,3424 <sup>ns</sup>
BR	-0,6292***	0,0311 <sup>ns</sup>	-0,1688 <sup>ns</sup>	-0,1264 <sup>ns</sup>	-0,3679*
BHA	-0,2986 <sup>ns</sup>	0,1338 <sup>ns</sup>	-0,1173 <sup>ns</sup>	0,1393 <sup>ns</sup>	-0,4300*



**Fig. 6.** Representación de los coeficientes de las variables oceanográficas en los dos primeros componentes y de los muestreos realizados, de acuerdo con el PCA. Se presentan los coeficientes de cada muestreo en las estaciones. Los símbolos diferentes indican los meses en que se realizaron los muestreos y los símbolos negros, aquellos que presentaron pastos marinos.

reducción del área cubierta por pastos marinos después de 20 años.

En el presente trabajo se aprecia una variabilidad espacial y temporal en la biomasa de *T. testudinum*. Si bien no se tomaron datos con una frecuencia mensual,

estas variaciones coinciden con otros trabajos realizados con esta especie (van Tussenbroek, 1995; Krupp *et al.*, 2009; Martínez-Daranas *et al.*, 2009). En E1 y E8, los menores valores de biomasa foliar y de raíces + rizomas corresponden

**Tabla 6.** Eigenvalores, porcentaje de variación y variación acumulada para cada componente (PC); Eigenvectores para cada variable en los diferentes componentes, a partir del Análisis de Componentes Principales.

Eigenvalores				
PC	Eigenvalues	Variación (%)	Variación acumulada (%)	
1	1,91	47,7	47,7	
2	1,18	29,5	77,1	
3	0,712	17,8	94,9	
4	0,203	5,1	100,0	
Eigenvectores				
Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Profundidad	0,142	0,753	0,640	-0,043
Temperatura	-0,610	0,367	-0,252	0,656
Salinidad	0,676	-0,132	0,054	0,723
Oxígeno disuelto	0,389	0,529	-0,723	-0,213

al muestreo de marzo de 2011, cuando la temperatura del agua fue más baja. Las variaciones con las estaciones del año son poco acusadas en los trópicos, aunque se ha comprobado que las diferencias en la temperatura y la radiación solar provocan variaciones en la producción foliar y el reclutamiento de nuevos vástagos (Martínez-Daranas *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2006).

En las estaciones E1 y E8 parece haber un decremento paulatino de la biomasa de *T. testudinum*. En mayo de 2003, durante una campaña de muestreo en el golfo de Batabanó, en E8 se encontró una biomasa foliar de *T. testudinum* mucho más alta (180,9 gPS.m<sup>-2</sup>) que la actual (25,1 ± 18,8 gPS.m<sup>-2</sup>), junto a algunas plantas de *Syringodium filiforme* Kützing y una baja cobertura algal (datos no publicados). En ese mismo muestreo se encontró la mayor densidad de macrozoobentos (1737 ind.m<sup>-2</sup>) de las 23 estaciones muestreadas en dicha campaña (Hidalgo y Areces, 2009). Esta publicación revelaba que éste era un buen sitio para la alimentación y el refugio de los juveniles de langosta.

Las proporciones que aportan la BR y la BF a la biomasa total se mantienen

relativamente estables entre los muestreos, aunque la BF es baja al compararla con los resultados de otros autores (1,3 - 3,7 %). Van Tussenbroek (1998) encontró que la biomasa foliar de esta especie estaba entre el 4,8 y el 8,6 % de la biomasa total de la planta (incluyendo las vainas). Estas diferencias en las proporciones de biomasa entre los tejidos fotosintéticos y no fotosintéticos están relacionadas con la fisiología de la planta, la cual es modulada por los diferentes factores físico-químicos imperantes. Tussenbroek (1998) muestra que la relación entre ambas fracciones de *T. testudinum* tiene un incremento en los meses de verano y una disminución en el invierno, lo que evidencia la influencia de la temperatura y la radiación solar. Estas diferencias temporales no se aprecian en el presente caso, aunque no se realizaron muestreos mensuales. Existen evidencias de que cuando hay limitaciones de nutrientes, aumenta la distribución de biomasa hacia los tejidos no fotosintéticos para expandir la superficie para la toma de nutrientes (Lee y Dunton, 2000; Marbà *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2006). Las proporciones tan bajas de la biomasa de tejidos fotosintéticos

en *T. testudinum* encontrados en este trabajo, probablemente se deban a la existencia de limitaciones por nutrientes en los pastos marinos del área de estudio, aspecto que debe ser corroborado.

Según las variables oceanográficas, toda el área de estudio muestra una alta estabilidad de la columna de agua, sin estratificación, coincidiendo con los resultados de García *et al.* (1995). Las variaciones temporales de las variables oceanográficas estuvieron acordes con la época del año, con valores de salinidad mayores de 37 PSU y temperaturas menores de 27°C en marzo-2011, durante el periodo poco lluvioso (Planos Gutiérrez *et al.*, 2013). El resto de los muestreos, realizados en el periodo lluvioso tuvo temperaturas mayores de 30°C. La temperatura superficial en la plataforma marina cubana alcanza valores entre 19 y 31,6 °C, aunque en zonas someras y protegidas puede ser más alta (Claro, 2007), como sucede en el presente trabajo (24,79 - 31,9°C). El muestreo de septiembre-2011 estuvo precedido por lluvias, lo que se reflejó en salinidades menores de 36 UPS en algunas estaciones, así como se registraron valores de oxígeno disuelto menores que 5,5 mg.L<sup>-1</sup> y de turbidez menores de 1,5 FTU. Los menores valores de turbidez en E7 se explican por su estar menos resguardada y con mayor intercambio con las aguas oceánicas.

Las variables fisicoquímicas evaluadas presentaron valores de calidad buena para la vida de las especies, según la norma cubana para cuerpos de agua de uso pesquero (NC-25, 1999), y dentro de los intervalos permisibles para un buen desarrollo de los pastos marinos (Martínez-Daranas, 2007). La turbidez mostró valores indicativos de una alta transparencia del agua (Betanzos-Vega *et al.*, 2013), lo que facilita

una mayor penetración de la luz hasta el fondo. Más del 83 % de los registros de oxígeno disuelto fueron superiores a 5 mg L<sup>-1</sup>. La salinidad también presentó valores adecuados para el desarrollo de estas plantas, y en particular, para *T. testudinum* (Martínez-Daranas, 2007).

La relación positiva encontrada entre el oxígeno disuelto y la turbidez, difiere de los resultados obtenidos en bahías someras protegidas del archipiélago Sabana-Camagüey por Betanzos Vega *et al.* (2013). Estos autores hallaron una correlación inversa entre el oxígeno disuelto y la turbidez, como resultado conjunto de la contaminación por materia orgánica y el viento que resuspende los sedimentos. En el presente trabajo, la turbidez es inferior a la encontrada por Betanzos Vega *et al.* (2013) y por Capetillo-Piñar *et al.* (2011), al oeste del golfo de Batabanó. La zona de estudio se encuentra alejada de posibles fuentes de eutrofización antropogénica y con una fuerte afluencia de las aguas oceánicas, fundamentalmente en ausencia de lluvias (García *et al.* (1995). El único muestreo que fue precedido por lluvias fue el de septiembre-2011, cuando disminuyeron la salinidad, la turbidez y el oxígeno disuelto. Por ello, la relación entre el oxígeno y la turbidez encontrada en este caso pudiera ser resultante del hidrodinamismo imperante en la zona, donde el aumento de oxígeno ha de deberse a la agitación que se produce en el agua y probablemente, a la entrada de aguas oceánicas ricas en oxígeno con una alta productividad del fitoplancton, que incrementa a su vez la turbidez. Por otra parte, al centro del área estudiada (en E2, E4, E6, Fig. 1), se observó un fondo plano duro con una capa de sedimento más fina que en las restantes, lo cual también indica condiciones de alto hidrodinamismo

con transporte de sedimentos (Ionin *et al.*, 1977). Se ha encontrado que al este de la Isla de la Juventud, la intensidad de las corrientes marinas y la influencia de la onda de marea es mayor que al oeste de la misma (Arriaza *et al.*, 2008).

La zona de estudio ha sido por mucho tiempo considerada como una de las áreas de cría más importantes para la langosta espinosa *P. argus* en su entrada hacia el golfo de Batabanó (Cruz *et al.*, 1990; Cruz *et al.*, 2007). Por ello fue el objeto de este estudio, puesto que se conocía por estudios previos de la existencia de un hábitat complejo constituido por pastos marinos acompañados por varias especies de macroalgas con predominio de la especie *L. intricata* (en ocasiones aparece como *L. implicata* en la literatura). Las algas del género *Laurencia* formaban grandes aglomeraciones sobre los pastos marinos durante todo el año, como epifitas en ocasiones, con valores promedio de biomasa húmeda entre 21 y 551 g.m<sup>-2</sup> como promedio, en la zona de estudio (La Rosa Noda y Suárez, 1989; Suárez y la Rosa, 1990; Brito y Suárez, 1994). Esta especie parece ser importante para el éxito del reclutamiento de los juveniles algales, puesto que su coloración y complejidad estructural facilitan un refugio excelente para las post-larvas (Butler *et al.*, 1997; Cruz, *et al.*, 2007). Sin embargo, durante el periodo comprendido entre abril de 2010 y septiembre de 2011, durante los recorridos realizados, no se observaron aglomeraciones de *L. intricata*, ni otra especie de macroalga del mismo género, ni alguna semejante en estructura, ni cayeron en los muestreos. El desarrollo de comunidades de macroalgas a la deriva con predominio de algas rojas (i.e. *Laurencia* spp.) se producen con frecuencia en condiciones de baja energía, altos niveles de luz y

nutrientes, que se encuentran comúnmente en aguas someras protegidas con pastos marinos. Independientemente del origen que puedan tener estas algas, son trasladadas y distribuidas según el régimen hidrodinámico local de los cuerpos de agua, como las olas y las corrientes y acumuladas en zonas de menor energía (Biber, 2007).

También es apreciable la disminución en la riqueza de especies de macroalgas, cuando se compara con los resultados de los trabajos realizados en la zona con anterioridad. Suárez y la Rosa (1990) hallaron 41 especies de macroalgas de Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyceae, mientras que Brito y Suárez (1994) reportaron 29 especies en total. En el presente trabajo, las únicas macroalgas encontradas de forma esporádica en los muestreos fueron de los géneros *Caulerpa*, *Halimeda* y *Penicillum*. Es posible que para obtener una mayor representatividad de la diversidad de macroalgas en la zona, sea necesario un tamaño de muestra mayor. Herrera *et al.* (1991) encontraron biomásas de macroalgas entre 11,8 y 603,3 gPH.m<sup>-2</sup> en el área de estudio, con los mayores valores aportados por los géneros *Penicillus*, *Halimeda* y *Batophora* (Chlorophyta), semejante a lo encontrado en este trabajo.

Es probable que la escasez de macroalgas a la deriva en el macrofitobentos, así como la reducción de los pastos marinos en la zona pudiera deberse a un deterioro paulatino por los efectos del incremento en la frecuencia e intensidad de los huracanes, a pesar de ser una zona relativamente protegida. En la década de los 80, cuando se realizaron los estudios antes mencionados sobre el macrofitobentos de la zona de estudio, pocas tormentas de categorías 3-5 pasaron cerca de la misma. Entre 2001 y 2008 se presentó un incremento en la frecuencia

y la intensidad de tormentas tropicales cerca del área de estudio (Soler-Torres *et al.*, 2017). Estos autores encontraron que, de las tormentas tropicales que afectaron la zona suroccidental de Cuba en este periodo, las que provocaron mayores afectaciones en la Isla de la Juventud fueron Michelle (2001) y Gustav (2008), incluyendo daños catastróficos a la vegetación y ecosistemas costeros y marinos. Por otra parte, en el periodo posterior al paso de los huracanes Gustav e Ike en 2008, las aguas del golfo de Batabanó presentaron incrementos sustanciales en la turbidez por resuspensión de sedimentos durante varios meses, debido a la inercia en el restablecimiento de las condiciones (Capetillo-Piñar *et al.*, 2011). Los efectos de este tipo de fenómenos meteorológicos sobre la vegetación bentónica suelen producirse en parches. En algunos puntos, las afectaciones pueden ser apenas distinguibles, mientras que pueden ser severas en otros (Fourqurean y Rutten, 2004; Guimaraes *et al.*, 2013). Mientras las angiospermas marinas y las macroalgas rizofíticas pueden ser arrancadas del sedimento, las algas que se encuentran formando grandes aglomeraciones sobre los pastos marinos, pudieran ser transportadas a distancias mayores por las olas y las corrientes con mayor facilidad (Biber, 2007). Las características hidrodinámicas del área de estudio (Arriaza *et al.*, 2008) pudieran reforzar este transporte. Como el área de estudio se encuentra alejada de poblaciones que aporten contaminantes y no existen evidencias de otro factor que impacte el hábitat, se plantea como hipótesis el efecto de los huracanes como la causa principal de los cambios en el macrofitobentos.

Las aglomeraciones de *Laurencia* spp. funcionan como refugio no sólo de los juveniles de langosta, sino también de los

invertebrados que les sirven de alimento. En la misma zona de estudio se encontró una alta riqueza de entidades taxonómicas con 5 individuos por gramo de peso de esta macroalga y una densidad de 1661 individuos por m<sup>2</sup> (Lalana *et al.*, 1989). Estas algas han sido dominantes no sólo en el fondo de la zona de estudio, sino también en colectores artificiales colocados al sur de la misma, para estudiar la alimentación de puérulos, postpuérulos y juveniles tempranos de la langosta (Lopeztegui-Castillo y Capetillo-Piñar, 2006). También se ha encontrado una reducción en la complejidad taxonómica de la comunidad de moluscos después de periodos de alta actividad ciclónica, al compararla con periodos de baja actividad (Capetillo-Piñar *et al.*, 2016).

La heterogeneidad del sustrato juega un papel importante en la estructura de las comunidades marinas epibentónicas, particularmente en las de macroinvertebrados que habitan en las macroalgas (Ayala y Martín, 2003; Gee y Warwick, 1994; Serpa-Madrigal y Areces, 1995). Sin embargo, en el caso de las angiospermas marinas, parece ser la cantidad de planta, y no su complejidad estructural la que favorece la diversidad de especies de la macrofauna (Attrill *et al.*, 2000; Van Houte-Howes *et al.*, 2004).

En el presente trabajo existen evidencias que apuntan a una reducción de la distribución y abundancia de los pastos y las macroalgas marinas en el área de estudio, al cabo de alrededor de 20 años. Dada la importancia de estos organismos para el asentamiento y supervivencia de los juveniles de la langosta espinosa del Caribe, se deben continuar realizando investigaciones para comprender las causas de estos cambios en el macrofitobentos y su posible



recuperación, así como su papel como hábitat de los juveniles de *P. argus*.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se pudo realizar gracias al proyecto de investigación “Calidad del hábitat y del potencial alimentario de la langosta espinosa *Panulirus argus* en áreas de asentamiento de juveniles” del Centro de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de la Industria Alimentaria de Cuba. Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a las tripulaciones de los buques “Cayo Largo 26” y “Alecrín”, así como a Annia Martínez y René Hernández, sin cuya colaboración no hubiera sido posible este trabajo. También queremos agradecer a los revisores del documento, quienes contribuyeron sustancialmente a mejorarlo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, M.J., GORLEY, R.N. y CLARKE, K.R. (2008). *PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- ARRIAZA, L., RODAS, L., SIMANCA, J., LORENZO, S., MILIAN, D.E. y ROMERO, P. (2008). Contribución a la gestión ambiental del golfo de Batabanó, Cuba: Modelación numérica de corrientes marinas. *Rev. Invest. Mar.*, 29(2), 89-99.
- ATTRILL, M.J., STRONG, J.A. y ROWDEN, A.A. (2000). Are macroinvertebrate communities influenced by seagrass structural complexity? *Ecography*, 23(1), 114-121. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00266.x>
- AYALA, Y. y MARTÍN, A. (2003). Relaciones entre la comunidad de anfípodos y las macroalgas a las que están asociados, en una plataforma rocosa del litoral central de Venezuela. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 19(1-4), 171-182.
- BETANZOS VEGA, A., CAPETILLO-PIÑAR, N., LOPEZTEGUI CASTILLO, A. y MARTÍNEZ-DARANAS, B. (2013). Variación espacio-temporal de la turbidez y calidad en cuerpos de agua marina de uso pesquero, región norcentral de Cuba, 2008-2010. *Serie Oceanológica*, 12, 24-35.
- BIBER, P.D. (2007). Transport and persistence of drifting macroalgae (Rhodophyta) are strongly influenced by flow velocity and substratum complexity in tropical seagrass habitats. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 343, 115-122. doi:10.3354/meps06893
- BRITO, M. y SUÁREZ, A.M. (1994). Algas asociadas a *Laurencia implicata* (Ceramiales, Rhodophyta) en la Cayería de Bocas de Alonzo, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 15(2), 93-98.
- BUTLER, M.J., HERRNKIND, W.F. y HUNT, J.H. (1997). Factors affecting the recruitment of juvenile Caribbean spiny lobsters dwelling in macroalgae. *Bull. Mar. Sci.*, 61(1), 3-19.
- CAPETILLO-PIÑAR, N., ESPINOSA SÁEZ, J., TRIPP VALDEZ, A. y TRIPP QUEZADA, A. (2016). The impact of cyclonic activity during 1981-1985 and 2004-2009 on taxonomic diversity of mollusks in the Gulf of Batabanó, Cuba. *Hidrobiologica*, 26(1), 121-131.
- CAPETILLO-PIÑAR, N., LOPEZTEGUI CASTILLO, A., BETANZOS VEGA, A. y HERNÁNDEZ, R. (2011). Variabilidad espacial y temporal de la abundancia del erizo de mar *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) en el Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 28(2), 52-58.
- 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, Florida Institute of Oceanography: Mona, Kingston, Jamaica.
- CLARO, R. (ed.) (2007). *La biodiversidad marina de Cuba*. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba. CD-ROM ISBN: 978-959-298-001-3.
- CRUZ, R., BAISRE, J.A., DÍAZ-IGLESIA, E., BRITO, R., BLANCO, W., GARCÍA, C. y CARRODEGUAS, C. (1990). *Atlas biológico - pesquero de la langosta en el archipiélago cubano*. Centro de Investigaciones Pesqueras: La Habana, Cuba.
- CRUZ, R., SUÁREZ, A.M., LALANA, R. y ADRIANO, R. (2007). Predicción del reclutamiento y la población en la fase puerulo, algal y juvenil de la langosta (*Panulirus argus*) en asociaciones de algas. *Rev. Invest. Mar.*, 28(1), 11-19.
- EHRHARDT, N., PUGA, R. y BUTLER, M. (2011). Implications of the ecosystem approach to fisheries management in large ecosystems. The case of the Caribbean spiny lobster. En L. Fanning (ed.), *Towards marine ecosystem-based management in the wider Caribbean* (pp. 157-175). Amsterdam University Press, Amsterdam.
- FERNÁNDEZ MÁRQUEZ, A. y PÉREZ DE LOS REYES, R. (Eds.) (2009). *Geo Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano*. Agencia de Medio Ambiente (AMA), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): La Habana, Cuba.
- FORCUCCI, D., BUTLER, M.J. y HUNT, J.H. (1994). Population dynamics of juvenile Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* in Florida Bay, FL. *Bull. Mar. Sci.*, 54, 805-818.
- FOURQUREAN, J.W. y RUTTEN, L.M. (2004). The impact of hurricane Georges on soft-bottom, back reef communities: site- and species-specific effects in south Florida seagrass beds. *Bull. Mar. Sci.*, 75, 239-257.
- GARCÍA, C., BETANZOS VEGA, A. y GÓMEZ MARTÍNEZ, J.A. (1995). Oceanografía del área de Punta del Este, golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 19(1), 10-17.
- GEE, J.M. y WARWICK, R.M. (1994). Body-size distribution in a marine metazoan community and the fractal dimensions of macroalgae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 178, 247-259.
- GUIMARAIS, M., ZÚÑIGA, A., PINA, F. y MATOS, F. (2013). Efectos del Huracán Paloma sobre los pastos marinos del archipiélago Jardines de la Reina, Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 61(3), 1425-1432. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11969>
- HERRERA, A., IBARZÁBAL, D., FOYO, J., GÓTERA, G., GONZÁLEZ, G., BRITO, R., DÍAZ, E. y ARRINDA, C. (1991). Caracterización ecológica de la ensenada de Bocas de Alonso: Un área de juveniles de la langosta *Panulirus argus*. Memorias del Taller Internacional sobre Ecología y Pesquerías de Langostas. 12-16 de junio de 1990; La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 12(1-3), 154-162.
- HIDALGO, G. y ARECES, A. (2009). Estimación cualitativa y cuantitativa del macrozoobentos en la macrolaguna del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 26(1), 76-79.
- IONIN, A.S., PAVLIDIS, Y.A. y AVELLO, O. (1977). *Geología de la plataforma marina de Cuba*. Editorial Nauka: Moscú.
- JIMÉNEZ, C. y ALCOLADO, P.M. (1990). Características del macrofitobentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. En PM Alcolado, (ed.), *El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó* (pp. 8-13). Editorial Academia, La Habana.

- KANCIRUK, P. (1980). Ecology of juvenile and adult Palinuridae (Spiny lobsters). En S.J. Cobb, B.F. Phillips, (eds). *The biology and management of lobsters*, Academic Press, Inc., New York, USA.
- KRUPP, L.S., CORTÉS, J. y WOLFF, M. (2009). Growth dynamics and state of the seagrass *Thalassia testudinum* in the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Caribbean, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 57(1), 187-201.
- LA ROSA NODA, P., y SUÁREZ, A.M. (1989). Epifitas de *Thalassia*, *Halimeda* y *Laurencia* en la Cayería Bocas de Alonso, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 11(1), 3-9.
- LALANA, R., CAPETILLO, N., BRITO, R., DÍAZ, E. y CRUZ, R. (1989). Estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricata* en un área de juveniles de langosta, al SE de la Isla de la Juventud, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 10(3), 207-218.
- LEE, K.-S. y DUNTON, K.H. (2000). Effects of nitrogen enrichment on biomass allocation, growth, and leaf morphology of the seagrass *Thalassia testudinum*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 196, 39-48.
- LOPEZTEGUI-CASTILLO, A. y CAPETILLO-PINAR, N. (2006). Alimentación natural de los estadios post-larvales de la langosta *Panulirus argus* en la zona sur de cayo Matías, archipiélago de Los Canarreos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 27(2), 153-158.
- MARBÀ, N., HOLMER, M., GACIA, E. y BARRÓN, C. (2006). Seagrass beds and coastal biogeochemistry. En A.W.D. Larkum, R.J. Orth y C.M. Duarte (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. (pp. 135-157). Springer: the Netherlands.
- 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. Disponible en: <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/3405/1/Martinez-Daranas%20ThesisPhD.pdf>
- MARTÍNEZ-DARANAS, B. (2014). Estimación de la biomasa de *Thalassia testudinum* a partir de datos de biomasa húmeda. *Rev. Invest. Mar.*, 34(2), 1-5.
- 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. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.12.003>
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., CABRERA, R. y PINA-AMARGÓS, F. (2009). Spatial and seasonal variability of *Thalassia testudinum* in Nuevitas Bay, Cuba. *REVMAR*, 1, 9-27.
- MARX, J.M. y HERRNKIND, W.F. (1985). Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.*, 36(3), 423-431.
- 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.
- PÉREZ, D., GUEVARA, M. y BONE, D. (2006). Temporal variation of biomass and productivity of *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) in Venezuela, Southern Caribbean. *Rev. Biol. Trop.*, 54(2), 329-339.
- PINEIRO, R., PUGA, R. y GONZÁLEZ-SANSÓN, G. (2006). Bases para el manejo integrado del recurso langosta (*Panulirus argus*) en la zona costera sur de Pinar del Río. I. Factores ambientales. *Rev. Invest. Mar.*, 27(3), 245-251.

- PLANOS GUTIÉRREZ, E., RIVERO VEGA, R. y GUEVARA VELAZCO, V. (Eds.) (2013). *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Editorial AMA: La Habana, Cuba.
- PUGA, R., PIÑEIRO, R., ALZUGARAY, R., COBAS, L.S., DE LEÓN, M.E. y MORALES, O. (2013). Integrating anthropogenic and climatic factors in the assessment of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) in Cuba: Implications for fishery management. *IJMS*, 3(6), 36-45. doi: 10.5376/ijms.2013.03.0006
- ROMERO, J., LEE, K.-S., PÉREZ, M., MATEO, M.A. y ALCOVERRO, T. (2006). Nutrient 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.
- SERPA-MADRIGAL, A. y ARECES, A.J. (1995). Selección del refugio por juveniles de la langosta espinosa (*Panulirus argus* Latreille): Influencia de la naturaleza, morfología y tamaño del sustrato algal. *Rev. Cub. Invest. Pesq. Julio/Diciembre*, 27-31.
- SOLER-TORRES, E., PÉREZ-SUAREZ, R., BORRERO-DÍAZ, R. y PÉREZ-ENAMORADO, D. (2017). Huracanes que afectaron a la Isla de la Juventud. Cronología desde 1791 a 2015. *Rev. Cub. Meteorol.*, 23(2), 164-177.
- SUÁREZ, A.M. y LA ROSA, P. (1990). Fitobentos de la cayería de Bocas de Alonso, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 11(2), 93-99.
- VAN HOUTE-HOWES, K.S.S., TURNER, S.J. y PILDITCH, C.A. (2004). Spatial differences in macroinvertebrate communities in intertidal seagrass habitats and unvegetated sedimen in three New Zealand estuaries. *Estuaries*, 27(6), 945-957.
- VAN TUSSENBROEK, B.I. (1995). *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.*, 122, 33-40.
- VAN TUSSENBROEK, B.I. (1998). Above- and below-ground biomass and production by *Thalassia testudinum* in a tropical reef lagoon. *Aquat. Bot.*, 61, 69-82.
- 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*. UNAM: México.
- WEISSGERBER, T.L., MILIC, N.M., WINHAM, S.J. y GAROVIC, V.D. (2015). Beyond bar and line graphs: Time for a new data presentation paradigm. *PLoS Biol.*, 13(4), e1002128. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1002128>.

### COMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Martínez-Daranas, B., Betanzos, A., Lopeztegui, A. y Capetillo-Piñar, N. (2018). Características del hábitat en la zona de cría de la langosta espinosa *Panulirus argus* al este de la Isla de la Juventud, Cuba (2010-2011). *Rev. Invest. Mar.*, 38(1), 1-20.