

VARIACIONES ESTACIONALES DE LA MACROFAUNA DE TRES PRADERAS MARINAS DE *Cymodocea nodosa* EN GRAN CANARIA (CENTRO-ESTE DEL OCEANO ATLÁNTICO)

SEASONAL VARIATION OF THE MACROFAUNA FROM THREE SEAGRASS MEADOWS OF *Cymodocea nodosa* OFF GRAN CANARIA (CENTRAL-EASTERN ATLANTIC OCEAN)

F. Tuya
J. Pérez
L. Medina
A. Luque

Grupo de Ecología Litoral, Facultad de Ciencias del Mar
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
35017, Las Palmas, Islas Canarias, España

Recibido en septiembre de 1999; aceptado en febrero de 2001

RESUMEN

Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta y Crustacea son los cuatro grupos taxonómicos principales de macrofauna asociados con tres praderas marinas de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria (Islas Canarias, España), habiéndose encontrado un total de ocho taxones. La densidad y el índice de Shannon-Weaver (H') muestran un claro comportamiento unimodal, con máximos en primavera y verano y mínimos en invierno, mientras que el índice de equitatividad (J') mostró estabilidad a lo largo del año. Esto es atribuible a migraciones estacionales de carácter reproductivo o alimenticio en primavera y verano de determinados taxones. Un análisis de correlación mostró una relación significativa positiva entre los ciclos estacionales de la densidad de macrofauna y la biomasa vegetal para las praderas analizadas.

Palabras clave: *Cymodocea nodosa*, macrofauna, pradera marina, índice de biodiversidad, Gran Canaria.

ABSTRACT

Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta and Crustacea are the four main taxonomic groups of macrofauna associated with three seagrass meadows of *Cymodocea nodosa* at Gran Canaria (Canary Islands, Spain); eight taxa were found. The density and Shannon-Weaver index (H') indicated a clear unimodal behaviour, with maxima in spring and summer, and minima in winter, whereas the evenness index (J') indicated stability throughout the year. This can be attributed to seasonal migrations of a reproductive or nutritional nature in spring and summer of certain taxa. A correlation analysis showed a significant positive relationship between the seasonal cycles of the macrofaunal density and the plant biomass for the meadows studied.

Key words: *Cymodocea nodosa*, macrofauna, seagrass meadow, biodiversity index, Gran Canaria.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo conocer la dinámica de la macrofauna asociada con tres praderas marinas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson de Gran Canaria (Islas Canarias, España), tanto del epi como del endobentos con tamaño >0.5 mm de diámetro, a través de la densidad total e índices de diversidad. Asimismo, comprobamos la hipótesis sugerida por otros autores (e.g., Ansari *et al.*, 1991; Ansari y Parulekar, 1994; Conolly y Butler, 1996) de que la densidad de macrofauna es proporcional a la biomasa vegetal de la pradera, caracterizada en las tres praderas analizadas por máximos en primavera y verano, y mínimos en invierno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Se seleccionaron tres praderas de la isla localizadas en tres entornos geomorfológicos diferentes: Pasito Blanco (PB), orientada hacia el suroeste y protegida del viento y oleaje dominante; Roque de Arinaga (RA), orientada al este y con poca protección del oleaje dominante; y Bahía de Arinaga (BA), orientada al este y protegida del viento y el oleaje dominante (fig. 1).

Muestreo

Se recolectaron, mediante equipo de buceo autónomo, muestras de macrofauna en tres puntos aleatorios (= tres replicados) de cada pradera, usando para ello recipientes de 23×12 cm (= 0.0276 m²). Se empleó una frecuencia trimestral de muestreo, de invierno de 1994/95 a invierno de 1995/96. La existencia en Canarias de sólo dos estaciones anuales (primavera/cálida y primavera/fría) hace suficiente la periodicidad elegida. La

INTRODUCTION

This study aims to determine the dynamics of the epi- and endobenthic macrofauna, >0.5 mm in diameter, associated with three seagrass meadows of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson from Gran Canaria (Canary Islands, Spain), based on the total density and diversity indices. It also aims to prove the hypothesis presented by other authors (e.g., Ansari *et al.*, 1991; Ansari and Parulekar, 1994; Conolly and Butler, 1996) that the macrofaunal density is proportional to the plant biomass of the meadow, which, in the three meadows studied, is characterized by maxima in spring and summer, and minima in winter.

MATERIAL AND METHODS

Study area

Three meadows located at three different geomorphological sites of the island were chosen: Pasito Blanco (PB), oriented to the southwest and protected from the dominant wave action and wind; Roque de Arinaga (RA), oriented eastwards but with little protection from the dominant wave action; and Bahía de Arinaga (BA), oriented eastwards but protected from the dominant wave action and wind (fig. 1).

Sampling

Samples of macrofauna were collected with SCUBA gear from three points chosen at random (= three replicates) at each meadow, using containers of 23×12 cm (= 0.0276 m²). Samples were taken every three months, from winter 1994/95 to winter 1995/96. The periodicity selected is considered adequate as there are only two seasons at the Canary Islands (spring/warm and spring/cold). The uniformity of the meadows and the preliminary

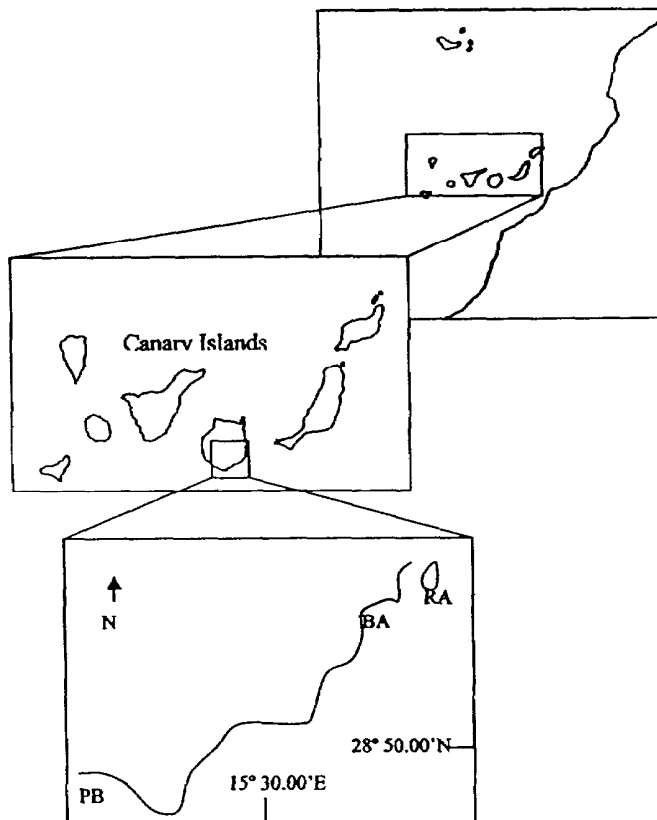


Figura 1. Localización de los sitios de estudio.

Figure 1. Location of the study sites.

PB = Pasito Blanco; RA = Roque de Arinaga; BA = Bahía de Arinaga.

uniformidad de las praderas seleccionadas y el carácter preliminar del estudio, la naturaleza destructiva del muestreo y la disponibilidad de contenedores que minimizan la pérdida de muestra, justifican la elección de esta área de muestreo.

Análisis en el laboratorio

Las muestras fueron fijadas en formol neutralizado al 4–10% en agua de mar, conservándose entre 24 y 48 horas a una temperatura de 8°C. Un tamiz de 0.5 mm de diámetro permitió la separación de los animales, conservándose en recipientes de plástico en formol al 4%. La

nature of this study, the destructive nature of the sampling and the availability of containers that minimize the loss of sample, justify the selection of this sampling area.

Laboratory analysis

The samples were fixed in 4–10% neutralized formol in seawater and kept for 24 to 48 hours at a temperature of 8°C. The animals were separated with a sieve, 0.5 mm in diameter, and conserved in plastic containers in 4% formol. The keys proposed by Bacallado *et al.* (1984), and Pérez-Sánchez and Moreno-Batet (1990) were used for the taxonomic

identificación taxonómica se realizó de acuerdo con las claves propuestas por Bacallado *et al.* (1984) y Pérez-Sánchez y Moreno-Batet (1990). Se obtuvieron la densidad total de la macrofauna y los índices de Shannon-Weaver y equitatividad (H' y J' , respectivamente, calculados en base 10), de acuerdo con Pielou (1975), para cada réplica de cada pradera y estación anual mediante el paquete *Biodiversity Pro 2.0*. Se estandarizaron las densidades a individuos por metro cuadrado, con vistas a facilitar la interpretación de los resultados. Asimismo, se agruparon las réplicas de cada pradera y estación, con objeto de ejecutar un análisis multivariante posterior.

Análisis estadístico

Se obtuvieron intervalos de confianza al 95% para la densidad de macrofauna, H' y J' , para cada pradera y estación, con objeto de hallar diferencias significativas. Un análisis de correlación permitió examinar el paralelismo entre el ciclo anual de biomasa vegetal de *C. nodosa* (gramo peso seco por metro cuadrado) y la densidad de macrofauna para las praderas analizadas. Un análisis de clasificación jerárquico (*cluster*) multivariante mediante el índice de Bray-Curtis y estrategia de agrupamiento completo, tras eliminar aquellos taxones con presencia inferior a dos casos, permitió identificar similitudes entre las praderas y estaciones analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron ocho taxones principales de macrofauna epi y endobentónica (tabla 1), siendo Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta y Crustacea los cuatro grupos más abundantes asociados con las tres praderas analizadas. Otros taxones como Anthozoa, Ectoprocta, Porifera, etc., se encontraron asociadas con el escaso substrato duro ubicado en dichas

identificación. The total density of the macrofauna was obtained, as were the Shannon-Weaver and evenness indices (H' and J' , respectively, calculated in base 10), according to Pielou (1975), for each replicate from each meadow and season, using the *Biodiversity Pro 2.0* software. The densities were standardized to individuals per square meter in order to facilitate the interpretation of the results. The replicates of each meadow and season were grouped for a subsequent multivariate analysis.

Statistical analysis

Confidence intervals of 95% were obtained for the macrofaunal density, H' and J' , for each meadow and season, in order to determine significant differences. Using a correlation analysis, the relationship between the annual cycle of the plant biomass of *C. nodosa* (gram dry weight per square meter) and the macrofaunal density was examined for the meadows studied. A multivariate cluster analysis using the Bray-Curtis index and complete cluster strategy, after eliminating the taxa that appeared in less than two cases, allowed the identification of similarities between the meadows and seasons analyzed.

RESULTS AND DISCUSSION

Eight main taxa of epi- and endobenthic macrofauna were identified (table 1). The four most abundant groups associated with the three meadows were Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta and Crustacea. Other taxa, such as Anthozoa, Ectoprocta, Porifera, etc., were found to be associated with the scant, hard substrate at these meadows, but because of their scarcity and limited representativity they were not included in the study.

The annual cycle of the macrofaunal density (fig. 2) shows a clear unimodality, with

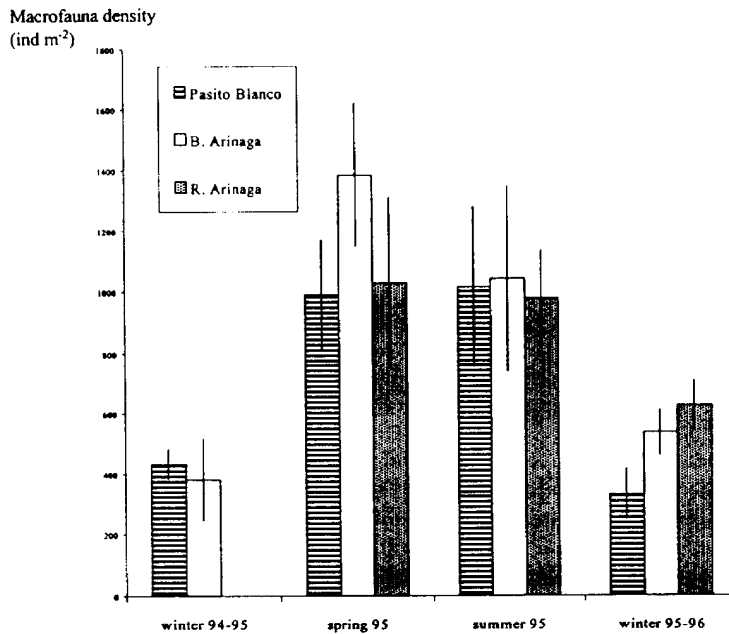


Figura 2. Ciclo estacional de la densidad de la macrofauna. Las barras de error representan las desviaciones estándar de las medias.

Figure 2. Seasonal cycle of the macrofaunal density. Error bars represent the standard deviations of the means.

praderas, pero debido a su escasez y poca representatividad no fueron incluidas en el estudio.

El ciclo anual para la densidad de macrofauna (fig. 2) muestra una clara unimodalidad, con máximos en primavera y verano, y caída en invierno. Este resultado es diferente al de Escaravage *et al.* (1988), quienes encontraron una notable estabilidad temporal a lo largo del año para la fauna de praderas marinas del sur de Francia, pero similar al de Aryuthaka (1991), quien obtuvo mínimos de densidad en Noviembre. Como el modelo de correlación mostró ($r_s = 0.80$; $n = 11$; $P < 0.01$), existe un claro paralelismo entre el ciclo de dicha densidad y el de la biomasa vegetal de *C. nodosa* para las tres praderas estudiadas.

Los máximos de diversidad, de acuerdo con el índice H' , se alcanzan en primavera y

maximum values in spring and summer, and minimum in winter. This result is different to that reported by Escaravage *et al.* (1988), who found that the fauna from seagrass meadows of southern France was very stable throughout the year, but similar to that reported by Aryuthaka (1991), who obtained minimum density values in November. The correlation model clearly shows ($r_s = 0.80$; $n = 11$; $P < 0.01$) that there is a parallelism between the seasonal cycles of the macrofaunal density and the plant biomass of *C. nodosa* for the three meadows studied.

According to the H' index, maximum diversity occurs in spring and summer, and minimum in winter (fig. 3). This seasonal variation differs from the results of Corbistier (1994), who did not find seasonal variations either for density or for the diversity of the

Tabla 1. Abundancia de los taxones macrobentónicos para muestras agrupadas de cada estación del año y pradera: PB = Pasito Blanco, RA = Roque de Arinaga y BA = Bahía de Arinaga.
Table 1. Abundance of the macrobenthic taxa for pooled samples of each season (winter 1994/95, spring 1995, summer 1995 and winter 1995/96) and meadow: PB = Pasito Blanco, RA = Roque de Arinaga and BA = Bahía de Arinaga.

	Invierno 1994/95			Primavera 1995			Verano 1995			Invierno 1995/96		
	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA
Medusozoa												
<i>Aglaophenia pluma</i>	0	0	0	1	3	1	0	3	2	0	0	0
Sipuncula												
Fam. Phascolosomatidae												
No identificada	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
Polychaeta												
Fam. Polynoidae												
<i>Harmothoe</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
No identificada	0	0	0	4	5	5	0	0	1	0	0	0
Fam. Nereidae												
<i>Platynereis dumerilii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Micronereis</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Perinereis</i> spp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
No identificada	4	0	0	2	1	0	11	12	8	0	5	1
Fam. Arabellidae												
<i>Arabella iricolor</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Fam. Lumbrineridae												

Tabla 1 (Cont.)

	Invierno 1994/95			Primavera 1995			Verano 1995			Invierno 1995/96		
	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA
<i>Lumbrineris</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Fam. Sabellidae												
No identificada	8	0	3	8	1	2	6	7	6	1	2	3
Crustacea												
Fam. Hyppolitidae												
No identificada	0	0	0	5	5	4	12	0	5	0	0	0
Fam. Paguridae												
<i>Pagurus</i> spp.	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Fam. Diogeneidae												
<i>Dardanus</i> spp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fam. Albuneidae												
<i>Albunea carabus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
O. Amphipoda												
No identificada	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Gastropoda												
Fam. Neritidae												
<i>Smaragdia</i> spp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fam. Nasaridae												
<i>Hinia</i> spp.	0	0	0	2	0	3	0	0	7	0	0	0
Fam. Mitridae												
<i>Mira</i> spp.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1 (Cont.)

	Invierno 1994/95			Primavera 1995			Verano 1995			Invierno 1995/96		
	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA
Fam. Marginellidae												
<i>Gibberula</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Fam. Conidae												
<i>Conus</i> spp.	0	0	0	2	1	3	0	4	2	0	0	0
Fam. Turridae												
No identificada	22	0	16	23	23	25	21	22	22	13	21	18
Fam. Rissoidae												
No identificada	0	0	0	3	5	6	12	0	9	0	0	0
Fam. Triphoriidae												
<i>Triphora</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fam. Cerithidae												
<i>Bitium</i> spp.	0	0	0	1	3	0	9	0	0	0	0	0
Fam. Naticidae												
<i>Polinices lacteus</i>	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0
Fam. Cymatidae												
<i>Cymatium</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Bivalvia												
Fam. Solemydae												

Tabla 1 (Cont.)

	Invierno 1994/95			Primavera 1995			Verano 1995			Invierno 1995/96		
	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA	PB	RA	BA
Fam. Veneridae												
<i>Venus verrucosa</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Callista chione</i>	0	0	11	13	17	15	9	13	6	11	14	12
Fam. Donacidae												
<i>Donax</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Fam. Scrobiculariidae												
<i>Abra</i> spp.	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Echinodermata												
Fam. Asteroiidae												
<i>Marthasterias glacialis</i>	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0
Fam. Astropectinidae												
<i>Astropecten</i> spp.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
O. Spatangoida												
No identificada	0	0	0	2	2	3	0	1	5	0	0	0
Fam. Holothuriidae												
<i>Holothuria</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chordata												
<i>Pyrosoma</i> spp.	0	0	0	6	5	0	0	2	0	0	0	0
H'	0.38	0	0.4	1.02	1.02	1.2	0.81	0.94	1	0.41	0.59	0.57
J'	0.79	0	0.85	0.81	0.8	0.85	0.96	0.8	0.9	0.69	0.81	0.81

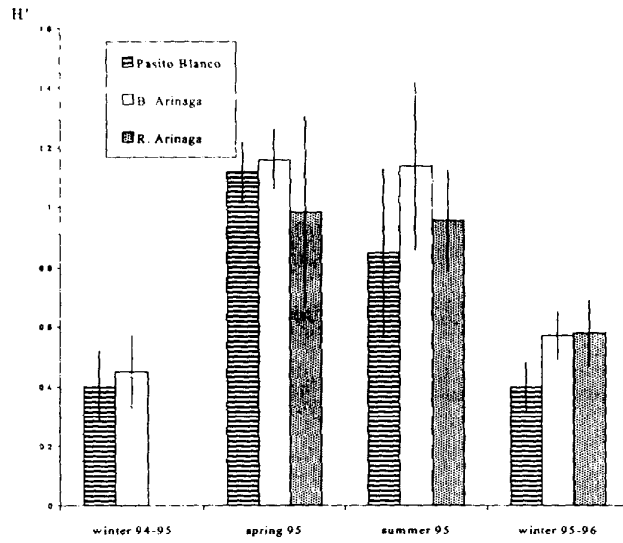


Figura 3. Ciclo estacional para el índice de Shannon-Weaver (H'). Las barras de error representan las desviaciones estándar de las medias.
Figure 3. Seasonal cycle for the Shannon-Weaver index (H'). Error bars represent the standard deviations of the means.

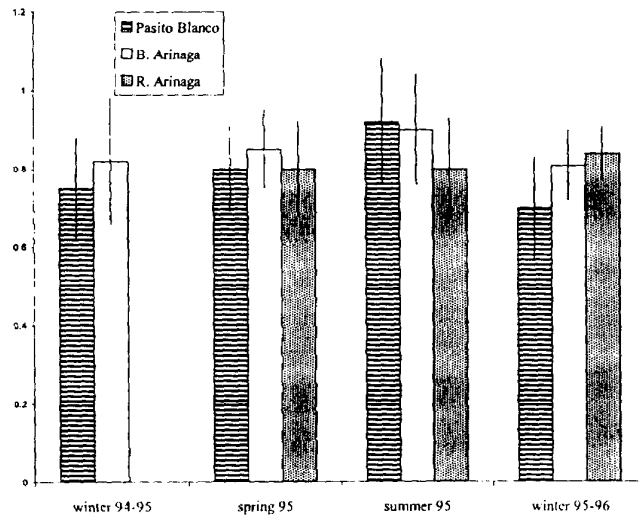


Figura 4. Ciclo estacional para el índice de equitatividad (J'). Las barras de error representan las desviaciones estándar de las medias.
Figure 4. Seasonal cycle for the evenness index (J'). Error bars represent the standard deviations of the means.

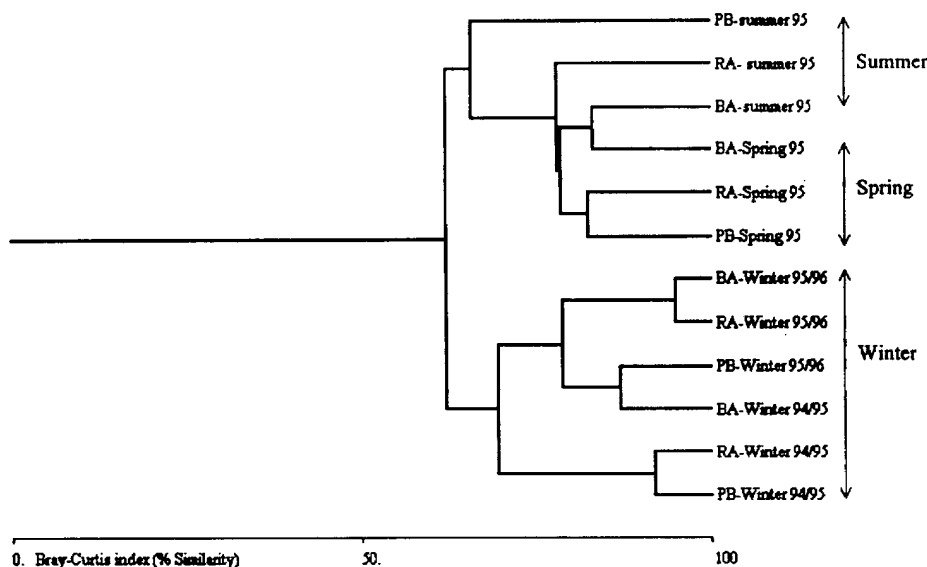


Figura 5. Análisis de agrupamiento de la macrofauna para las praderas estudiadas.
Figure 5. Cluster analysis of the macrofauna at the meadows studied.
 PB = Pasito Blanco; RA = Roque de Arinaga; BA = Bahía de Arinaga.

verano, y los mínimos en invierno (fig. 3). Estas variaciones estacionales contrastan con los resultados de Corbistier (1994), quien no encontró variaciones estacionales tanto para la densidad como para la diversidad de especies macrobentónicas asociadas con una pradera marina, aunque encontró valores mayores de diversidad en primavera, tal y como muestra el presente estudio. En invierno disminuye la diversidad (fig. 3), lo que es debido fundamentalmente a una caída en el número de especies. Sin embargo y a lo largo del año, las especies presentan proporciones de abundancia entre ellas bastante homogéneas, traduciéndose esto en una estabilidad del ciclo del índice J' (fig. 4). Este fenómeno puede atribuirse a la existencia de taxones propios de las praderas durante todo el año (e.g., las familias Turridae, Sabellidae y Nereidae; tabla 1) y a la presencia temporal de otros taxones de macrofauna (e.g., *Aglaophenia pluma*, *Pagurus* spp., *Conus* spp.).

macrobenthic species associated with a sea-grass meadow, though this author did record higher diversity values in spring, as in this study. Diversity decreases in winter (fig. 3), mainly due to a fall in the number of species. However, throughout the year, the abundance of the different species is quite homogeneous, which indicates a stability of the cycle of the J' index (fig. 4). This phenomenon can be attributed to the occurrence of particular taxa in the meadows throughout the year (e.g., families Turridae, Sabellidae and Nereidae; table 1), and to the presence of other macrofaunal taxa (e.g., *Aglaophenia pluma*, *Pagurus* spp., *Conus* spp. and *Bittium* spp.; table 1) from other environments during spring and summer, due to factors such as reproduction and feeding, etc., that need to be determined in future studies. Therefore, and as indicated by the cluster analysis in figure 5 (i.e., two nuclei, one corresponding to spring and summer, and

y *Bittium* spp.; tabla 1) procedentes de otros ambientes durante primavera y verano, debido a factores de carácter reproductivo, alimenticio, etc., que precisarían ser determinados en futuros estudios. Por todo ello y tal y como el análisis de agrupamiento en la figura 5 mostró (i.e., dos núcleos, uno correspondiente a primavera y verano y otro a invierno, a un porcentaje de similitud $\approx 62\%$), la estacionalidad es un factor más importante que la propia localización de la pradera determinando la estructura de la comunidad de macrofauna analizada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Base Aérea de Gando (Servicio Marítimo) el apoyo logístico de parte de este estudio y a la Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias la financiación de este trabajo.

REFERENCIAS

- Ansari, Z.A. and Parulekar, A.H. (1994). Meiobenthos in the sediments of seagrass meadows of Lakshadweep atolls, Arabian Sea. *Vie. Milieu*, 44(3-4): 185-190.
- Ansari, Z.A., Rivonker, C.U., Ramani, P. and Parulekar, A.H. (1991). Seagrass habitat complexity and macroinvertebrate abundance in Lakshadweep coral reef lagoons, Arabian Sea. *Coral Reefs*, 10(3): 127-131.
- Aryuthaka, C. (1991). Meiofauna community in Khung Kraben Bay, Chanthaburi, Thailand. *Thailandian Mar. Fish. Resources Bull.*, 2: 47-57.
- Bacallado, J.J. *et al.* (1984). Estudio del Bentos Marino del Archipiélago Canario. Catálogo preliminar de los invertebrados bentónicos de Canarias. Confección de un manual de identificación. Consejería de Agricultura y Pesca, Gobierno de Canarias, 458 pp.
- Conolly, R.M. and Butler, A.J. (1996). The effects of altering seagrass canopy height on small, motile invertebrates of shallow Mediterranean embayments. *Mar. Ecol.*, 17(4): 637-652.
- Corbistier, T.N. (1994). Macrozoobenthos of Codo Beach (Ubatua) and the presence of *Halodule wrightii*. *Bol. Inst. Oceanográfico Sao Paulo*, 42(1-2): 99-111.
- Escaravage, V., Garcia, M.E. and Castel, J. (1988). The distribution of meiofauna and its contribution to detritic pathways in tidal flats (Arcachon Bay, France). *Scientia Marina*, 53 (2-3): 551-559.
- Pérez-Sánchez, E. y Moreno-Batet, E. (1990). Invertebrados Marinos de Canarias. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria, 335 pp.
- Pielou, E.C. (1975). *Ecological Diversity*. John Wiley, New York, 165 pp.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Base Aérea de Gando (Servicio Marítimo) for logistic support during part of this study, and the Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias for financial support of this work.

English translation by Christine Harris.