



Revista de Biología Marina y
Oceanografía

ISSN: 0717-3326

revbiolmar@gmail.com

Universidad de Valparaíso
Chile

Zaixso, Héctor E.; Sar, Alicia M.; Lizarralde, Zulma I.; Martin, Juan P.
Asociaciones macrobentónicas con presencia de mitílidos de la bahía San Julián
(Patagonia austral, Argentina)
Revista de Biología Marina y Oceanografía, vol. 52, núm. 2, agosto, 2017, pp. 311-323
Universidad de Valparaíso
Viña del Mar, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47952503010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ARTÍCULO

Asociaciones macrobentónicas con presencia de mitílidos de la bahía San Julián (Patagonia austral, Argentina)

Macrobenthic assemblages with presence of mytilids of San Julián bay
(Southern Patagonia, Argentina)

Héctor E. Zaixso^{1†}, Alicia M. Sar², Zulma I. Lizarralde³ y Juan P. Martín²

¹Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco, Instituto de Desarrollo Costero, Ciudad Universitaria, Km. 4 (9000) Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

²Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales (ICASUR), Unidad Académica San Julián, Colón y Sgto. Cabral, (9310) Puerto San Julián, Santa Cruz, Argentina. aliciamsar@yahoo.com

³Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales (ICASUR), Unidad Académica Río Gallegos, Av. Gregores y Piloto L. Rivera, (9400) Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

† Fallecido el 29 de abril de 2015

Abstract. - The macrobenthic assemblages with mytilids of San Julián bay (Southern Patagonia, Argentina) were sampled in summer 2007 to know its structure, diversity and distribution, and to determine their relationship to different environmental factors. The study was conducted in 3 locations with different types of substrate and slope. Sampling at each site was performed in a transect to cover different levels of intertidal and shallow subtidal. A total of 46 species belonging mainly to molluscs (20), crustaceans (12) and polychaetes (10) were found. Three main macrofaunal assemblages were identified. *Platynereis-Clunio-Darina* assemblage was distributed in the upper intertidal of muddy and gentle slopes substrate, and had the lowest values of number of species, diversity and abundance of individuals. The *Mytilus-Perumytilus* assemblage was distributed in the middle and lower intertidal levels in rocky substrate or muddy substrate with abundant support elements and medium slope. This assemblage presented intermediate values of diversity and greater abundance of individuals. The *Aulacomya-Exosphaeroma* assemblage had the highest number of species and the greatest diversity, but low abundance of individuals, being related to rocky substrate or muddy substrate with support elements and low slopes in the upper subtidal. Species richness and diversity of these assemblages increases from the upper intertidal to subtidal, possibly because of a complex gradient of stress, mainly caused by desiccation and exposure to extreme temperatures.

Key words: Macrobenthos, benthic communities, intertidal, subtidal, mytilids, Southern Patagonia

Resumen. - Las asociaciones de macrobentos con presencia de mitílidos de la bahía San Julián (Patagonia austral, Argentina) fueron muestreadas durante el verano de 2007 para conocer su estructura, diversidad y distribución, y para determinar su relación con diversos factores ambientales. El estudio fue realizado en 3 localidades con diferentes tipos de sustrato y distinta pendiente. El muestreo en cada localidad se realizó en una transecta abarcando diferentes niveles del intermareal y del submareal somero. Se hallaron un total de 46 especies pertenecientes principalmente a moluscos (20), crustáceos (12) y poliquetos (10). Se identificaron 3 asociaciones principales: la asociación *Platynereis-Clunio-Darina* se distribuyó en el nivel intermareal superior de sustrato fangoso y pendientes suaves y presentó los valores más bajos de número de especies, de diversidad específica y de abundancia de individuos; la asociación *Mytilus-Perumytilus* se distribuyó en los niveles intermareales medio e inferior en sustrato rocoso o en sustrato fangoso con abundantes elementos de soporte y pendiente media; presentó diversidad específica intermedia y la mayor abundancia de individuos; la asociación *Aulacomya-Exosphaeroma* presentó el mayor número de especies y la mayor diversidad, pero baja abundancia de individuos, encontrándose relacionado a sustratos rocosos o sustratos fangosos con elementos de soporte y baja pendiente del submareal superior. La riqueza específica y la diversidad de estas asociaciones aumentan desde el nivel superior del intermareal hacia el submareal, posiblemente por efecto de un gradiente complejo de estrés, principalmente ocasionado por la desecación y exposición a temperaturas extremas.

Palabras clave: Macrobentos, comunidades bentónicas, intermareal, submareal, mitílidos, Patagonia austral

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies de la familia Mytilidae son gregarias y se asientan en ambientes que van desde costas rocosas en sitios expuestos hasta playas de fango en zonas protegidas,

tanto intermareales como submareales. En Argentina, se utiliza el concepto de 'banco' para describir las poblaciones de mariscos comerciales y sus especies acompañantes (Zaixso

2004). Estos bancos son el hábitat de numerosas especies que integran, junto con los mitílidos, asociaciones más o menos complejas cuya diversidad aumenta hacia los niveles inferiores del intermareal (Zaixso & Pastor 1977, Suchanek 1986, Seed & Suchanek 1992), y también con la edad y el tamaño de los mitílidos agregados (Tsuchiya & Nishihira 1985, 1986, Suchanek 1980, 1986, Zaixso 2004), que se convierten así en factores estructurantes de la comunidad y reguladores de la diversidad (Silliman *et al.* 2011).

Se han descripto bancos de mitílidos, especialmente en sustratos duros, a lo largo de las 2 regiones biogeográficas definidas para la costa de Argentina (Balech & Ehrlich 2008): la provincia Argentina, entre 30-32°S y 41-44°S, y la provincia Magallánica, que se extiende hasta el extremo el sur de la costa Patagónica. Entre los estudios referidos a las asociaciones de mitílidos de la provincia Argentina se pueden mencionar los trabajos de Olivier *et al.* (1966a), Penchaszadeh (1973) y López-Gappa *et al.* (1990). Por otro lado, trabajos relacionados con la costa de la provincia Magallánica, serían los de Ringuelet *et al.* (1962), Otaegui & Zaixso (1974), Zaixso (1975), Zaixso & Pastor (1977), Zaixso *et al.* (1998) y Bertness *et al.* (2006). Para los golfos San Matías, San José y Nuevo, considerados como zona ecotonal entre ambas provincias, podrían considerarse los trabajos de Olivier *et al.* (1966b), Sánchez & Zaixso (1995) y Zaixso *et al.* (1998).

Los mejillones (*Brachidontes rodriguezii* y *Perumytilus purpuratus*) son el componente dominante en sustratos rocosos del mesolitoral (Penchaszadeh 1973, Vallarino *et al.* 2002, Adami *et al.* 2004, 2008). La primera es una especie típica de la provincia biogeográfica Argentina, en tanto que *P. purpuratus* es una especie propia de la provincia Magallánica, coexistiendo ambas en los golfos San Matías, San José y Nuevo. El mejillón *Mytilus edulis platensis* es un componente secundario en abundancia en estas asociaciones (Otaegui & Zaixso 1974, Zaixso & Pastor 1977, López-Gappa *et al.* 1990), pero que en algunos sitios de la costa es la especie dominante, como por ejemplo en las costas rocosas del canal de Beagle (Zaixso *et al.* 2015) o en zonas protegidas de Puerto Deseado y Río Gallegos, con sustratos fangosos provistos de elementos de soporte tales como grava y valvas vacías que propician su asentamiento (Zaixso & Pastor 1977, Lizarralde & Pittaluga 2010). Los bancos de cholga *Aulacomya atra atra* de la costa argentina constituyen una fisonomía corriente en los fondos rocosos o de granulometría muy gruesa del piso mesolitoral inferior e infralitoral superior (Olivier *et al.* 1966b, Otaegui & Zaixso 1974, Escofet *et al.* 1978, Zaixso 1999, 2004).

En la bahía San Julián, ubicada en el extremo sur de la Patagonia Argentina, se desarrollan numerosos bancos intermareales de mitílidos (*Mytilus edulis platensis*, *Aulacomya atra atra* y *Perumytilus purpuratus*), tanto en sustratos rocosos como en fondos blandos, cuyo grado de desarrollo posibilita la explotación comercial por un pequeño grupo de pescadores artesanales que basan su sustento en la recolección de estos bivalvos. Pese a su importancia como recurso pesquero, el conocimiento de diferentes aspectos como su distribución, su diversidad y los principales factores ambientales que las determinan, es todavía escaso.

El objetivo de este trabajo fue analizar la composición de las asociaciones macrofaunísticas con presencia de mitílidos del intermareal y submareal somero de la bahía San Julián, para conocer su estructura, diversidad y distribución, y determinar su relación con diferentes factores ambientales. Esta información es importante desde un punto de vista ecológico, pero también para la conservación de la biodiversidad y el manejo de la bahía, ya que permitirá detectar cambios derivados de procesos naturales o como consecuencia de actividades humanas, principalmente la recolección de bivalvos, la recreación y la expansión urbana que impactan sobre el ambiente costero.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La bahía San Julián, ubicada en el sur de la Patagonia argentina (49°19'S, 67°48'O), tiene forma de saco alargado con una extensión aproximada de 22 km y un ancho que varía entre 1 a 8 km. Se trata de un sistema complejo de islas, planicies fangosas y una red de canales de marea, que se comunica con el mar mediante un canal principal de boca muy estrecha (Fig. 1). La bahía posee un régimen macromareal de tipo semidiurno, con mareas de gran amplitud, que pueden alcanzar los 9 m y que en promedio son del orden de los 6 m. La temperatura media anual del aire es 9,3°C, con máximas mensuales promedio entre 21 y 24°C en verano (diciembre, enero y febrero) y mínimas entre 0 y -1°C en invierno (junio, julio y agosto). El viento alcanza velocidades máximas promedio entre 45-50 km h⁻¹ en los meses de verano (Zaixso 2008)¹.

COLECCIÓN DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

El estudio fue llevado a cabo en febrero de 2007 (verano austral) en 3 localidades de la bahía San Julián donde se ubican bancos de mitílidos asentados sobre diferentes tipos de sustrato: Isla Justicia e Isla Cormorán, ambas con sustrato fangoso con cantos rodados, y Punta Guijarro con sustrato rocoso (Fig. 1).

¹<<http://www.ambiente.gov.ar/gef>>

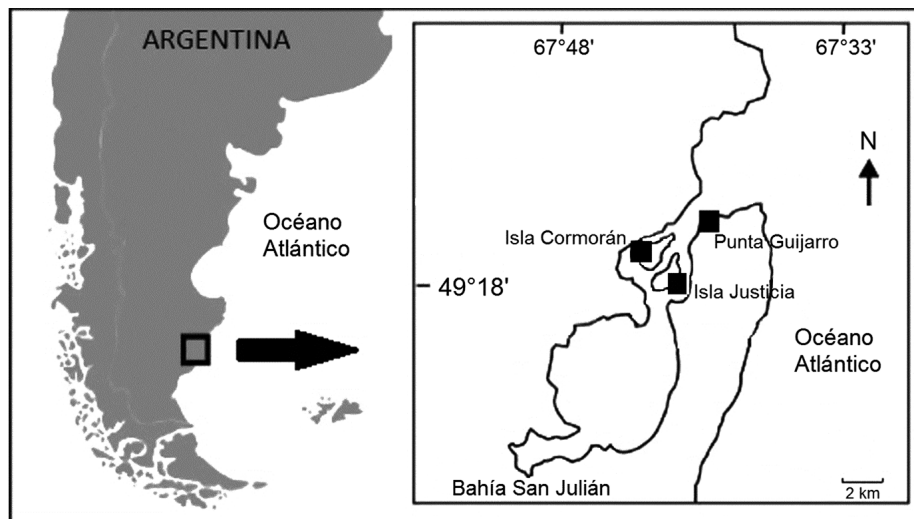


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en la bahía San Julián, Patagonia austral, Argentina / Location of the study sites at San Julián bay, Southern Patagonia, Argentina

El muestreo en cada localidad se realizó trazando una transecta perpendicular a la línea de costa, donde se establecieron 7 niveles a diferentes alturas de marea. En cada nivel se obtuvieron 6 muestras al azar empleando un marco de 225 cm² (Zaixso & Pastor 1977). Todos los individuos de la macrofauna fueron removidos del sustrato con espátula y en presencia de sustrato blando se extrajo el sedimento hasta unos 5 cm de profundidad con la ayuda de una pala pequeña.

A los efectos descriptivos, el intermareal fue dividido en los siguientes niveles, referidos al plano de reducción local que pasa 4,60 m por debajo del nivel medio de mareas (Servicio de Hidrografía Naval de Argentina 2007)²: horizonte mesolitoral superior (HMS: entre 5,61 y 7,53 m), horizonte mesolitoral medio (HMM: entre 3,68 y 5,61 m), horizonte mesolitoral inferior (HMI: entre 1,76 y 3,68 m) y horizonte infralitoral superior (HIS: menos de 1,76 m).

En cada sitio y nivel se registró el tipo de sustrato presente (rocoso o móvil) y la pendiente. En el caso de sustrato móvil, se recolectaron muestras del sedimento, para realizar su análisis granulométrico mediante la técnica de tamizado en húmedo. Las distintas fracciones del sedimento se agruparon en grava (4-2 mm), arena (2-0,062 mm) y fango (< 0,062 mm). Las diferentes fracciones fueron secadas en estufa a 70°C hasta peso constante, pesadas y expresadas como porcentaje del

peso seco total de la muestra. La fracción de fango se estimó mediante la diferencia entre el peso seco total de la muestra de sedimento y la suma del peso seco de las fracciones mayores de 0,062 mm (Eleftheriou & McIntyre 2005). El sedimento fue luego categorizado como: fango (F) con muy escasos elementos de soporte (< 10%) tales como gravas y conchillas o sus restos, fango-arenoso (FA) con escasos elementos de soporte (entre 10-20%), fango-arenoso (F-AR) con abundantes elementos de soporte (> 30%) y sustrato rocoso (R). Las 3 primeras categorías se consideran en el texto como sustratos fangosos, blandos o móviles. La pendiente media (PEND) fue calculada a partir de la diferencia de altura y la distancia entre dos puntos, y fue clasificada en 2 categorías: baja (0 a 5°) y media (5 a 10°).

Las muestras de macrobentos fueron lavadas con agua de mar en un tamiz de 0,5 mm de abertura de malla, los organismos se identificaron al menor nivel taxonómico posible y se contaron los individuos para determinar su abundancia.

Se realizó un análisis de la varianza factorial multivariado y permutacional entre localidades y niveles (ambos como factores fijos), utilizando como medida de distancia la disimilaridad de Bray-Curtis con transformación raíz cuadrada de las abundancias. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante sendas pruebas *a posteriori* con corrección de Bonferroni (Sokal & Rohlf 1997). Para este análisis se utilizó el programa PERMANOVA versión 1.6 (Anderson 2001). Las muestras fueron agrupadas utilizando el índice de Bray-Curtis con transformación raíz cuadrada de las abundancias y aplicación

²Servicio de Hidrografía Naval de Argentina. 2007. Tablas de Marea de Puerto San Julián. <http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/Tmareas/Form_Tmareas.asp>

del método de agrupamiento aglomerativo jerárquico (UPGMA, Legendre & Legendre 2003). Posteriormente, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). La significancia estadística de los agrupamientos entre muestras fue corroborada mediante el análisis de similitud (SIMPROF) y para determinar la contribución de las especies a la similitud/disimilitud entre los diferentes grupos de muestras se aplicó la rutina SIMPER (Clarke & Gorley 2001, Clarke *et al.* 2008). Para cada asociación de especies reconocida se calcularon: el número total de especies (S); el índice de diversidad de Shannon y Wiener $H' = -\sum p_i (\ln p_i)$, donde p_i es la proporción del número total de individuos que aparece representada en la especie i y \ln corresponde al logaritmo natural en base e ; el índice de equitabilidad de Pielou $J = H' / \log S$; y el número promedio de individuos (N). Los análisis multivariados y univariados fueron llevados a cabo con el software PRIMER versión 5.2.9. Para comparar los valores promedio de los parámetros calculados se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) entre las diferentes asociaciones, previa verificación de homogeneidad de varianzas (Sokal & Rohlf 1997), debiéndose en dos casos (S y N), practicarse la transformación de los datos por $X' = \log_{10}(X + 1)$. Posteriormente se realizó una prueba GT2 de comparación múltiple de medias (Sokal & Rohlf 1997).

La relación de las asociaciones con el nivel de marea, el tipo de sustrato y la pendiente fue analizada a través de un análisis canónico de correspondencias (CCA) utilizando el programa CANOCO 4.0 (ter Braak & Smilauer 1998) con los siguientes parámetros: transformación raíz cuadrada, preservación de la distancia de χ^2 entre las especies, 'biplot scaling' y selección de las variables ambientales significativas ($P < 0,05$) con pruebas de permutación de Monte Carlo sobre

un modelo completo y 9999 permutaciones. La variable sustrato fue transformada en cuantitativa, empleando las siguientes categorías (entre paréntesis el valor asignado): F (1), FA (2), FA-R (3) y R (4).

RESULTADOS

Se identificaron un total de 46 especies de organismos macrobentónicos; el taxón más diverso correspondió a Mollusca con 20 especies, seguido por Crustacea con 12 y Polychaeta con 10. Las especies más abundantes fueron los mitílidos *Mytilus edulis platensis* y *Perumytilus purpuratus*, y el isópodo *Exosphaeroma calcareum*. Punta Guijarro presentó la mayor riqueza de especies (37) e Isla Cormorán la menor, con 26 especies (Tabla 1).

La comparación entre las 3 localidades estudiadas y los niveles en el intermareal, empleando un análisis de la varianza permutacional múltiple, mostró diferencias altamente significativas entre localidades (Loc), niveles (Niv) y su interacción (Tabla 2). El test *a posteriori* de diferencias de medias para Loc x Niv mostró que para el horizonte mesolitoral superior se encontraron diferencias significativas entre todas las localidades ($P = 0,00022$); para el horizonte mesolitoral medio no se encontraron diferencias significativas ($P = 0,0526$); para el horizonte mesolitoral inferior se encontraron diferencias significativas entre la localidad de sustrato rocoso (P. Guijarro) y las de sustrato fangoso (Islas Cormorán y Justicia) ($P = 0,0018$), las que no difieren entre sí. Para el horizonte infralitoral superior no se encontraron diferencias significativas entre localidades ($P = 0,058$).

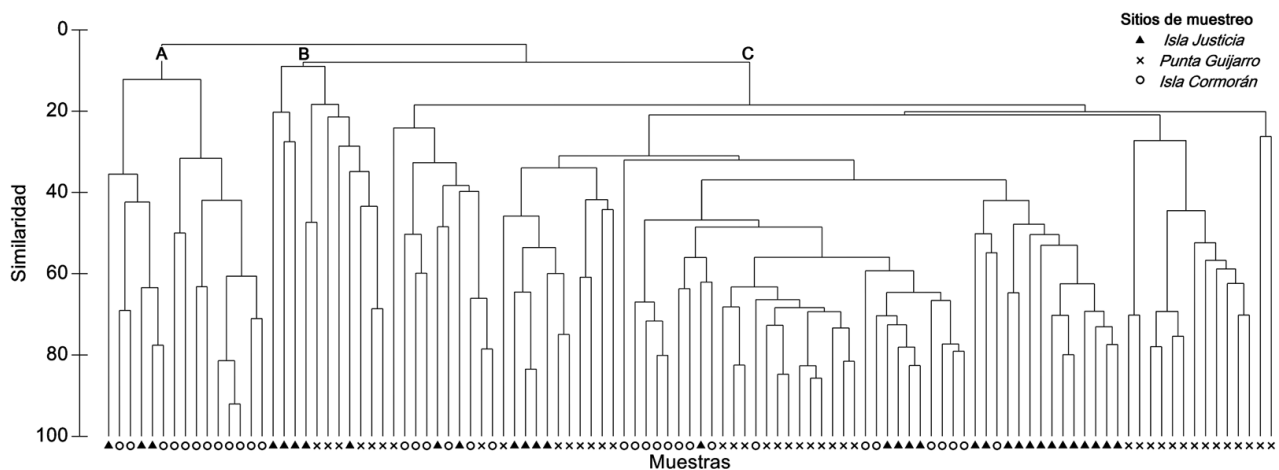


Figura 2. Dendrograma de ordenación de muestras resultado del análisis UPGMA basado en la abundancia de las especies transformada con raíz cuadrada, índice de similitud de Bray-Curtis y ligamiento promedio / Dendrogram of samples obtained from the UPGMA method base on square root transformation of abundance data, Bray-Curtis similarity index and group average link

Tabla 1. Promedio del número de ind m⁻² (± DE) de las especies de la macrofauna en cada localidad estudiada / Mean number of ind m⁻² (± SD) of macrofauna species in each locality studied

| | Isla Justicia | Isla Cormorán | Punta Guijarro |
|--|------------------|------------------|-------------------|
| Bivalvia | | | |
| <i>Mytilus edulis platensis</i> d'Orbigny, 1846 | 1131,72 (667,65) | 1591,11 (905,04) | 1062,31 (814,54) |
| <i>Perumytilus purpuratus</i> (Lamarck, 1819) | 118,09 (97,86) | 212,22 (172,62) | 1443,14 (1151,17) |
| <i>Aulacomya atra atra</i> (Molina, 1782) | 34,28 (48,67) | 1,48 (3,31) | 446,38 (328,30) |
| <i>Darina solenoides</i> (King, 1832) | 3,8 (7,91) | 184,07 (124,11) | 6,48 (13,43) |
| <i>Lasaea</i> sp. | 2,53 (5,37) | -- | -- |
| <i>Malletia cumingii</i> (Hanley, 1860) | -- | 10,37 (23,19) | -- |
| <i>Mysella patagona</i> Ituarte, Martin & Zelaya, 2012 | -- | 11,25 (21,09) | -- |
| Gastropoda | | | |
| <i>Buccinanops</i> sp. | -- | -- | 4,12 (7,91) |
| <i>Trochita pileolus</i> d'Orbigny, 1841 | -- | -- | 52,68 (123,98) |
| <i>Fissurella radiosa</i> Lesson, 1831 | -- | -- | 3,29 (6,15) |
| <i>Laevilittorina caliginosa</i> Gould, 1849 | -- | -- | 5,76 (10,59) |
| <i>Nacella magellanica</i> (Gmelin, 1791) | -- | -- | 1,23 (2,45) |
| <i>Trophon geversianus</i> (Pallas, 1774) | 8,88 (19,87) | -- | 4,61 (8,83) |
| <i>Natica</i> sp. | 26,66 (39,75) | 13,33 (15,07) | 7,4 (18,14) |
| <i>Margarella violacea</i> (King, 1832) | 214,81 (170,71) | 16,29 (18,6) | 5,37 (9,51) |
| <i>Photinula coerulescens</i> (King, 1832) | 7,4 (12,55) | 1,48 (3,31) | 3,24 (8,35) |
| <i>Siphonaria lessonii</i> Blainville, 1827 | 33,01 (18,76) | 54,81 (52,30) | 262,03 (259,44) |
| <i>Pareuthria plumbea</i> (Philippi, 1844) | -- | 1,48 (3,31) | 15,64 (15,63) |
| Polyplocophora | | | |
| <i>Tonicia lebruni</i> Rochebrune, 1884 | 2,54 (5,67) | -- | 8,39 (15,9) |
| <i>Plaxiphora aurata</i> (Spalowsky, 1795) | 8,88 (19,87) | -- | 5,11 (8,94) |
| Echinoidea | | | |
| <i>Anasterias</i> sp. | 5,07 (8,49) | -- | 13,14 (21,71) |
| Polychaeta | | | |
| Arabellidae | | | |
| <i>Boccardia</i> sp. | -- | -- | 58,64 (23,2) |
| <i>Capitella</i> sp. | 1,27 (2,83) | 35,55 (33,56) | -- |
| <i>Cirratulus</i> sp. | -- | 17,77 (22,48) | 20,57 (2,01) |
| <i>Halosydna patagonica</i> Kinberg, 1856 | 5,07 (10,75) | 19,63 (22,72) | 22,5 (28,24) |
| <i>Hemipodus</i> sp. | 8,88 (17,77) | 13,7 (20,8) | 14,81 (22,95) |
| <i>Perkinsiana magalhaensis</i> (Kinberg, 1867) | 7,62 (17,03) | 5,93 (13,25) | 28,81 (44,15) |
| <i>Platynereis australis</i> (Schmarda, 1861) | 11,42 (20,29) | 142,59 (115,41) | 75,92 (118,13) |
| <i>Scolecopides uncinatus</i> Blake, 1983 | -- | 3,71 (7,41) | -- |
| <i>Eteone sculpta</i> Ehlers, 1897 | -- | 3,71 (4,28) | -- |
| Crustacea | | | |
| <i>Austromegabalanus psittacus</i> (Molina, 1782) | -- | -- | 9,87 (17,94) |
| <i>Balanus laevis</i> Bruguère, 1789 | 5,07 (6,31) | -- | 14,82 (36,28) |
| <i>Cymodoce</i> sp. | -- | 44,44 (99,38) | 39,09 (75,75) |
| <i>Monocorophium insidiosum</i> (Crawford, 1937) | 20,32 (31,3) | -- | 32,92 (33,71) |
| <i>Edotia tuberculata</i> Guérin-Méneville, 1843 | 40,63 (72,12) | 59,25 (60,60) | 42,03 (63,88) |
| <i>Edotia doellojuradoi</i> Giambiagi, 1925 | -- | -- | 110,45 (71,61) |

Tabla 1. Continuación / Continued

| | Isla Justicia | Isla Cormorán | Punta Guijarro |
|--|---------------|----------------|------------------|
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> (Dana, 1853) | 87,61(98,97) | 1,48 (3,31) | 880,58 (1168,72) |
| <i>Paramoera</i> sp. | 7,62(14,83) | 53,33 (55,55) | 18,93 (34,8) |
| <i>Joeropsis dubia</i> Menzies, 1951 | 8,88 (19,87) | -- | 7,41 (18,14) |
| <i>Jassa alonsoae</i> Conlan, 1990 | 29,21 (62,46) | -- | 4,11 (10,08) |
| <i>Heterophoxus</i> sp. | 6,34 (11,42) | 124,44(138,42) | -- |
| <i>Austroregia huxleyana</i> (Bate, 1862) | 0,2 (0,4) | | 0,33 (0,81) |
| Insecta | | | |
| <i>Clunio brasiliensis</i> Oliveira, 1950 | 17,14 (16,31) | 11,11 (9,65) | 169,88 (4,42) |
| Ascidiacea | | | |
| <i>Polyzoa opuntia</i> Lesson, 1830 | 6,34 (9,15) | -- | -- |
| <i>Paramolgula gregaria</i> (Lesson, 1830) | 6,35 (14,19) | -- | 4,94 (6,34) |

Tabla 2. Resultados del PERMANOVA entre localidades y niveles intermareales de las distancias de Bray-Curtis (transformación raíz cuadrada). GL, grados de libertad; SC, suma de cuadrados; CM, cuadrado medio; F, Pseudo-F; P (MC), probabilidad según simulación de Monte Carlo / PERMANOVA between locations and intertidal levels of Bray-Curtis distances (square root transformation). GL, degrees of freedom; SC, sum of squares; CM, mean square; F, Pseudo-F; P (MC), probability as Monte Carlo simulation

| Fuente | GL | SC | CM | F | P(MC) |
|-----------|----|------------|-----------|------|--------|
| Localidad | 2 | 11833431,3 | 5916715,6 | 17,6 | 0,0002 |
| Nivel | 3 | 21389190,4 | 7129730,2 | 21,2 | 0,0002 |
| Loc x Niv | 6 | 22857901,7 | 3809650,3 | 11,3 | 0,0002 |
| Residual | 60 | 20197569,9 | 336626,2 | | |
| Total | 71 | 76278093,3 | | | |

Tabla 3. Análisis SIMPER. Especies que contribuyeron a la similitud entre muestras para cada asociación. AP, abundancia promedio (por 225 cm²); SP, similitud promedio; %, porcentaje de contribución de las especies a la similitud. Se indican las especies con contribuciones mayores al 3% / SIMPER analysis. Species that contributed to similarity between samples for each assemblage. AP, average abundance (225 cm²); SP, average similarity; %: percentage contribution of species to similarity. Species with greater contributions to 3% are indicated

| Especies | AP | SP | (%) |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| Asociación A | | | |
| <i>Platynereis australis</i> | 5,36 | 20,59 | 65,05 |
| <i>Clunio brasiliensis</i> | 1,00 | 5,02 | 15,86 |
| <i>Darina solenoides</i> | 6,50 | 4,31 | 13,63 |
| <i>Heterophoxus</i> sp. | 1,00 | 1,06 | 3,34 |
| Asociación B | | | |
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> | 2,08 | 9,47 | 41,36 |
| <i>Aulacomya atra atra</i> | 1,62 | 3,10 | 15,52 |
| <i>Platynereis australis</i> | 0,69 | 1,97 | 8,61 |
| <i>Margarella violacea</i> | 0,38 | 0,79 | 3,46 |
| <i>Paramoera</i> sp. | 0,62 | 0,78 | 3,42 |
| <i>Monocorophium insidiosum</i> | 1,23 | 0,70 | 3,08 |
| Asociación C | | | |
| <i>Mytilus edulis platensis</i> | 35,92 | 17,31 | 56,52 |
| <i>Perumytilus purpuratus</i> | 20,05 | 5,13 | 16,75 |
| <i>Siphonaria lessonii</i> | 4,01 | 2,51 | 8,18 |
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> | 11,79 | 1,30 | 4,23 |
| <i>Edotia tuberculata</i> | 1,35 | 0,95 | 3,11 |

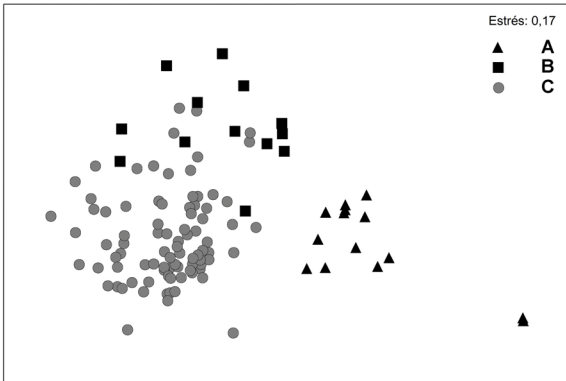


Figura 3. Ordenación multivariada (NMDS) de las muestras basado en la abundancia de las especies transformadas aplicando raíz cuadrada e índice de similitud de Bray-Curtis. A, B, C: asociaciones obtenidas con el método UPGMA / Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of the samples based on square root transformation of species abundance and Bray-Curtis similarity index. A, B, C: assemblages obtained with the UPGMA method

Como resultado del análisis UPGMA se obtuvo un total de 3 grupos de muestras ($P_i = 3,54$, $P < 0,001$) (Fig. 2). El grupo A se conformó con las muestras provenientes en su mayoría del horizonte mesolitoral superior de las islas Cormorán y Justicia; el grupo B estuvo integrado por las muestras del infralitoral de Punta Guijarro y de la Isla Justicia; y el C por las muestras del piso mesolitoral de todas las localidades.

El diagrama de ordenación de las muestras (NMDS) mostró que los grupos B y C están más relacionados entre sí, en tanto que el grupo A es diferenciable de los anteriores (Fig. 3). De acuerdo al análisis SIMPER, la asociación de especies correspondiente al grupo A se caracteriza por el díptero *Clunio brasiliensis*, el poliqueto *Platynereis australis* y el bivalvo infaunal *Darina solenoides* (Tabla 3); la asociación correspondiente al grupo B se caracteriza por la presencia del mitílido *Aulacomya atra atra* y el isópodo *Exosphaeroma calcareum*; y la asociación correspondiente al grupo C está caracterizada por la dominancia de los mitílidos *Mytilus edulis platensis* y *Perumytilus purpuratus*. Complementariamente, el análisis SIMPER produjo también un listado de las especies que son responsables de las diferencias entre estas asociaciones (Tabla 4).

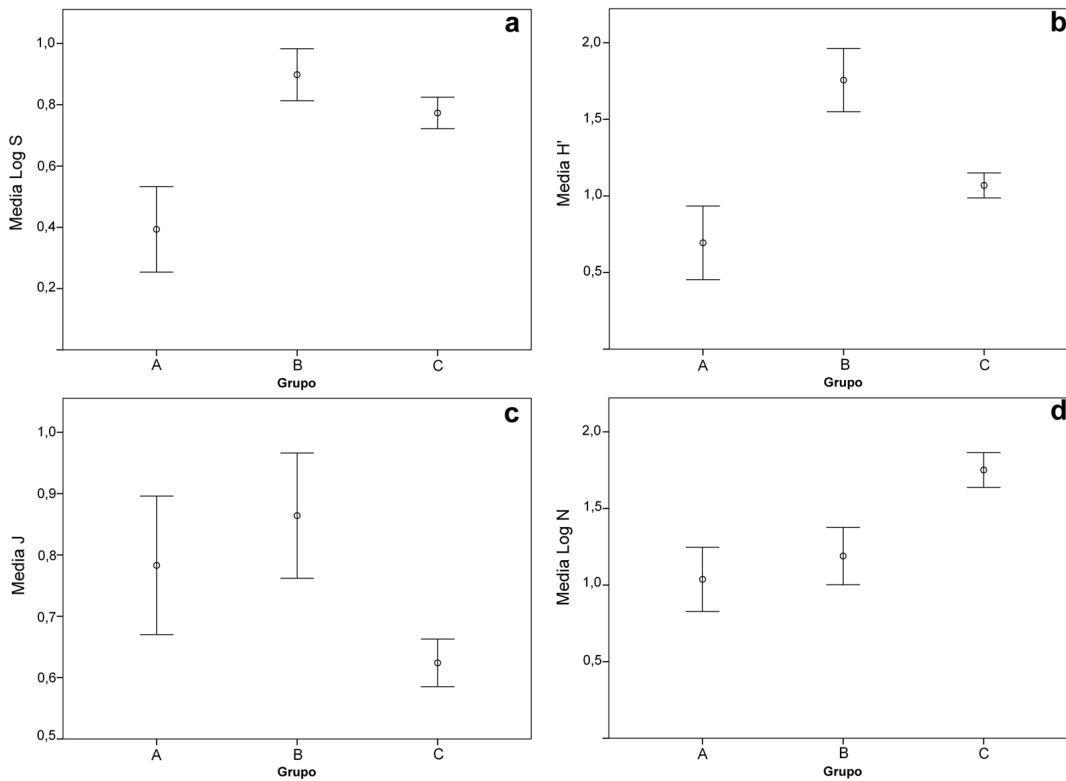


Figura 4. Número de especies (S), diversidad (H'), equitabilidad (J) y número de individuos totales (N) para cada asociación (A, B y C). Las barras representan los intervalos de confianza al 95% / Species number (S), diversity (H'), evenness (J) and total number of individual (N) to each assemblage (A, B, C). The bars represent confidence intervals 95%

Respecto del número de especies (S), el análisis de la varianza encontró diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) entre los valores promedio del número de especies de las asociaciones; la media de A es significativamente menor que las de B y C, que no difieren significativamente entre sí (Fig. 4a). Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) entre los valores promedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'); la media de la asociación B es significativamente mayor que las de A y C, las que a su vez difieren significativamente entre sí (Fig. 4b). Para la

equitabilidad J se encontraron diferencias altamente significativas entre los valores promedio de las distintas asociaciones ($P < 0,0001$); la media de C es significativamente menor que las de A y B, las cuales no difieren entre sí (Fig. 4c). Los valores promedio del número de individuos presentaron asimismo diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) entre las asociaciones de especies; las medias de las asociaciones A y B no difieren significativamente entre sí y ambas tienen medias significativamente menores que la asociación C (Fig. 4d).

Tabla 4. Análisis SIMPER. Especies que aportaron a la disimilaridad entre las asociaciones. AP, abundancia promedio (por 225 cm²); %, porcentaje de contribución a la disimilaridad. Se indican las especies con contribuciones mayores al 3% / SIMPER analysis. Species that contributed to dissimilarity between the assemblages. AP, average abundance (225 cm²); %: percentage contribution to dissimilarity. Species with greater contributions to 3% are indicated

| Especies | Asociación A y C (Disimilaridad promedio: 96,68) | | |
|---------------------------------|--|--------------|-------|
| | Asociación A | Asociación C | (%) |
| | AP | AP | |
| <i>Mytilus edulis platensis</i> | 0,00 | 35,92 | 22,37 |
| <i>Perumytilus purpuratus</i> | 0,07 | 20,05 | 11,34 |
| <i>Platynereis australis</i> | 5,36 | 1,22 | 9,73 |
| <i>Darina solenoides</i> | 6,50 | 0,29 | 6,80 |
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> | 0,00 | 11,79 | 5,31 |
| <i>Siphonaria lessonii</i> | 0,00 | 4,01 | 5,28 |
| Especies | Asociación A y B (Disimilaridad promedio: 93,49) | | |
| | Asociación A | Asociación B | (%) |
| | AP | AP | |
| <i>Platynereis australis</i> | 5,36 | 0,69 | 10,63 |
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> | 0,00 | 2,08 | 9,18 |
| <i>Darina solenoides</i> | 6,50 | 0,08 | 8,40 |
| <i>Clunio brasiliensis</i> | 1,00 | 0,08 | 4,98 |
| Especies | Asociación C y B (Disimilaridad promedio: 89,69) | | |
| | Asociación C | Asociación B | (%) |
| | AP | AP | |
| <i>Mytilus edulis platensis</i> | 35,92 | 0,69 | 17,90 |
| <i>Perumytilus purpuratus</i> | 20,05 | 0,00 | 9,89 |
| <i>Exosphaeroma calcareum</i> | 11,79 | 2,08 | 7,70 |
| <i>Siphonaria lessonii</i> | 4,01 | 0,00 | 4,60 |

Tabla 5. Análisis canónico de correspondencias (CCA) entre especies y variables ambientales / Canonical analysis of correspondences (CCA) between species and environmental variables

| Ejes | 1 | 2 | 3 | 4 | Inercia total |
|--|-------|-------|-------|--------|---------------|
| Valores propios | 0,371 | 0,177 | 0,100 | 0,514 | 5,545 |
| Correlaciones especies-ambiente | 0,894 | 0,796 | 0,600 | 0,0001 | |
| Porcentaje acumulado de la varianza de los datos de especies | 6,7 | 9,9 | 11,7 | 21,0 | |
| Porcentaje acumulado de la varianza de la relación especies-ambiente | 57,2 | 84,6 | 100,0 | 0,0 | |

El análisis canónico de correspondencias empleado para analizar la relación de las especies con los parámetros ambientales seleccionó como significativas ($P < 0,05$) a las 3 variables consideradas: nivel (media = 3,21 m; $P = 0,0001$), sustrato (media = 2,81; $P = 0,0001$) y pendiente (media = 3°; $P = 0,0478$) (Tabla 5). Los valores del factor de inflación de la varianza para las variables seleccionadas fueron menores a 1,5, lo que indica ausencia de colinearidad entre las mismas.

En el biplot resultado del CCA (Fig. 5) se observa la relación de las especies con las variables ambientales. Las especies características de la asociación A, *Clunio brasiliensis* (Clu bra), *Platynereis australis* (Pla aus) y *Darina solenoides* (Dar sol) se vinculan a niveles intermareales por encima de la media, sustratos fangosos con escasos elementos de soporte y pendientes medias. Otras especies del ensamble de la asociación, como *Heterophoxus* sp., *Mysella patagona* y *Eteone sculpta* (Fig. 5) siguen esta misma distribución.

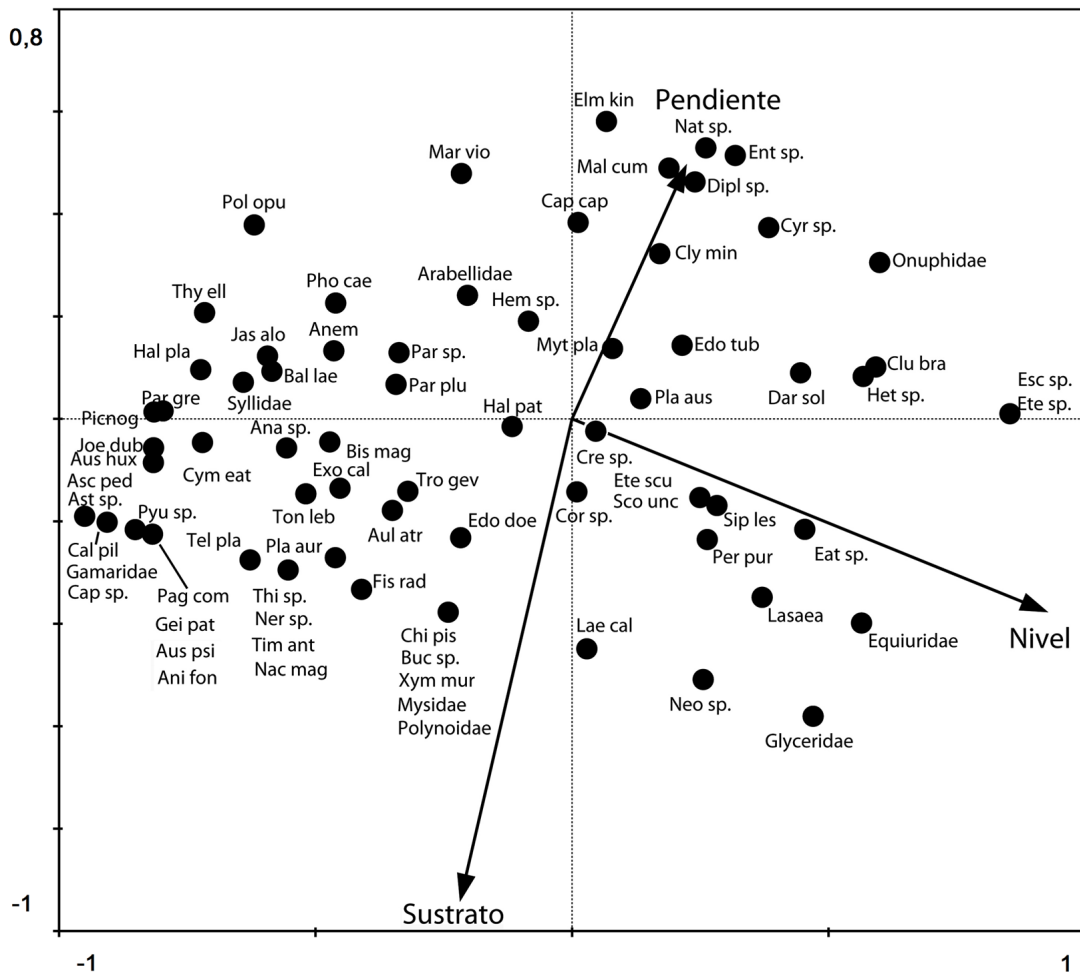


Figura 5. Biplot obtenido del CCA realizado entre la abundancia de las especies y las variables ambientales / Biplot of CCA performed on species abundance and environmental variables

Las especies características de la asociación B, *Aulacomya atra atra* (Aul atr) y *Exosphaeroma calcareum* (Exo cal) se vincularon a los niveles bajos del intermareal, sustratos con roca o fangosos con elementos de soporte abundantes y pendientes bajas. Otras especies pertenecientes a este conjunto como *Perkinsiana magalhaensis*, *Plaxiphora aurata*, *Balanus laevis*, *Tonicia lebruni* y *Paramoera* sp., tienen las mismas correspondencias que las anteriores; otras como *Trochita pileolus*, *Austroregia huxleyana* y *Joeropsis dubia* se correlacionan con niveles de la costa aún más bajos; finalmente, otras especies de la asociación se correlacionan con niveles bajos y sustratos fangosos con escasos elementos de soporte como *Margarella violacea*, *Polyzoa opuntia* y *Photinula caeruleascens*.

Las especies características de la asociación C, *Mytilus edulis platensis* (Myt pla) y *Perumytilus purpuratus* (Per pur) se vinculan a niveles de mareas por sobre la media. Otras especies de esta asociación son *Siphonaria lessonii*, *Lasaea* sp., *Laevilittorina caliginosa*, *Eteone sculpa*, *Monocorophium insidiosum* y *Eatoniella* sp. *P. purpuratus* se ubica en niveles altos de sustratos tanto rocosos como fangosos con abundantes elementos de soporte y pendientes medias; mientras que *M. edulis platensis* se relaciona principalmente con sustratos fangosos, pero con menor proporción de elementos de soporte.

DISCUSIÓN

En la bahía San Julián se registraron 3 asociaciones de macroinvertebrados, dos de ellas caracterizadas por la elevada abundancia de mitílidos.

La asociación caracterizada por *Aulacomya atra atra* y *Exosphaeroma calcareum* se corresponde con organismos de sustratos duros o de granulometría gruesa, suspensívoros y raspadores descrita por Zaixso *et al.* (1998) para el golfo San José. En la bahía San Julián, esta asociación se distribuye en el infralitoral superior, en ambientes con pendientes suaves, con sustratos rocosos o fangosos con abundantes elementos de soporte. Presenta el mayor número de especies, con un bajo número de individuos por unidad de superficie, con la mayor diversidad específica y equitabilidad alta. Esta asociación está relacionada con facies descritas para el infralitoral superior rocoso del golfo San José (Zaixso *et al.* 1998), con la denominada zona de transición (infralitoral superior) de la ría Deseado (Otaegui & Zaixso 1974) y, en general, con asociaciones del infralitoral superior rocoso típico de la costa patagónica argentina. La ausencia de *Aulacomya atra atra* en sedimentos finos ya ha sido observada por Zaixso (2004) para el intermareal del golfo San José (42°20'S, 64°20'O).

La asociación de *Mytilus edulis platensis* y *Perumytilus purpuratus* fue descrita inicialmente por Zaixso & Pastor (1977) como la asociación epilítica mesolitoral que, a pesar de su nombre, incluye en la ría Deseado a sitios de sustratos fangosos con cantos rodados u otros elementos de soporte. En la bahía San Julián se distribuye en los horizontes mesolitoral medio e inferior, de pendiente media, tanto en sustratos rocosos como en sedimentos blandos, pero con abundantes elementos de soporte que permitan su fijación. Es un conjunto que presenta diversidad específica intermedia, equitabilidad baja y con la mayor abundancia de individuos. Esta asociación se encuentra representada en el mayor número de muestras, registrándose en todas las localidades, lo que constituye un reflejo de su elevada frecuencia en el interior de la bahía. Esta asociación es característica del intermareal rocoso de las costas Patagónicas tanto argentinas (Otaegui & Zaixso 1974, Zaixso & Pastor 1977) como chilenas (Ríos & Mutschke 1999, Fernández *et al.* 2000, Duarte *et al.* 2006), en las que en general *Perumytilus purpuratus* es la especie dominante. En contraste con los sustratos rocosos, en fondos fangosos con abundantes elementos de fijación la densidad del mejillón es equivalente a la de *Perumytilus* o mayor (Zaixso & Pastor 1977, Lizarralde & Pittaluga 2010). En la asociación de *Mytilus-Perumytilus* de la bahía San Julián, se observó una circunstancia semejante, ya que en sustratos rocosos la densidad promedio de los mejillones es semejante a las densidades de *Perumytilus*, mientras que en sustratos fangosos el promedio de mejillones es casi 10 veces mayor que el promedio de *Perumytilus*. Bancos mixtos de *Mytilus chilensis-Perumytilus purpuratus* también han sido señalados en costas de sustratos blandos de Chile central por Buschbaum *et al.* (2009). Es probable que las mayores abundancias relativas de *Mytilus edulis platensis* en sustratos blandos se deba, entre otros aspectos, a su capacidad de movilizarse hacia la superficie en caso de enterramiento por sedimentos (Bruzzzone 1982, Widdows *et al.* 2002, van Leeuwen 2008).

La asociación caracterizada por *Platynereis australis*, *Clunio brasiliensis* y *Darina solenoides*, fue descrita originalmente para la ría Deseado, relacionada a la presencia de plantas vasculares halófilas y cianobacterias (Halperin 1967, Zaixso 1975, Zaixso & Pastor 1977). En la bahía San Julián, se distribuye en la zona mesolitoral superior con sustratos móviles y pendientes suaves. Esta es la asociación con menor número de especies, menor diversidad específica y menor número de individuos por unidad de superficie; también presenta la mayor equitabilidad. Además, los mitílidos están prácticamente ausentes, encontrándose sólo algunos raros ejemplares de *Perumytilus purpuratus*. Esto constituye una diferencia respecto de asociaciones macrofaunísticas equivalentes

descriptas para la ría Deseado, ubicada unos 200 km más al norte, donde se registra *P. purpuratus* en niveles superiores del intermareal, generalmente en la base de las matas de *Sarcocornia perennis* (Zaixso 1975). Posibles causas de la distribución observada en nuestra área de estudio, pueden ser las bajas temperaturas, e inclusive el congelamiento a las que se encuentran sometidos los niveles superiores del intermareal en la bahía San Julián durante el invierno, que impediría la supervivencia de los individuos de *P. purpuratus*, aún en las condiciones de protección que brindaría la presencia de *S. perennis*.

Las 3 asociaciones de especies identificadas en el presente estudio se distribuyen ocupando diferentes niveles en el intermareal, y la riqueza de especies y la diversidad de cada una se ajusta en general a lo señalado por varios autores (Zaixso & Pastor 1977, Suchanek 1986, Seed & Suchanek 1992). Esta distribución de los organismos se vincula, en general, a la existencia de un mayor estrés físico en los niveles altos de la costa, relacionado principalmente con variaciones de la temperatura, la desecación o la disponibilidad de alimento (Raffaelli & Hawkins 1996, Cacabelos *et al.* 2010). En ambientes con presencia de bancos de mitílidos, éstos brindan protección contra el estrés ambiental para diversas especies de la fauna. Por ejemplo, Bertness *et al.* (2006) indican que la matriz de *Perumytilus purpuratus* en la costa Patagónica actúa protegiendo a la fauna acompañante, aún a los eventuales depredadores, contra los vientos y la desecación.

Se concluye que en la bahía San Julián se reconoce la presencia de 3 asociaciones, dos de ellas con elevada abundancia de mitílidos, que son equivalentes a las encontradas en otras localidades de la costa patagónica argentina. La distribución de estas asociaciones se encuentra determinada en parte por el nivel intermareal, el tipo de sustrato y la pendiente, mientras que la riqueza específica y la diversidad aumenta desde la parte alta a la más baja del intermareal, posiblemente por efecto de un gradiente complejo de estrés, principalmente ocasionado por la desecación y exposición a temperaturas extremas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Prefectura Naval Argentina de Puerto San Julián, Santa Cruz, a los buzos Miguel Díaz y Ricardo Vera y a los integrantes del Instituto Desarrollo Costero (IDC) Dr. Damián Gil, Lic. Paula Stoyanoff, Lic. Javier Tolosano y Dr. Martín Varisco por el invalorable apoyo brindado a nuestra labor. Este trabajo es parte, de la Tesis de la Lic. Alicia M. Sar del Programa de Magister en Ciencias Mención 'Manejo y Conservación de los Recursos Naturales en Ambientes Subantárticos' obtenido en la Universidad de Magallanes, Chile.

LITERATURA CITADA

- Adami ML, A Tablado & J López-Gappa. 2004.** Spatial and temporal variability assemblages dominated by the mussel *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846). *Hydrobiologia* 520: 49-59.
- Adami ML, A Tablado & MA Sodor. 2008.** Population dynamics of the intertidal mytilid *Brachidontes rodriguezii* (Bivalvia) on a rocky shore. *Thalassas* 24(1): 21-27.
- Anderson MJ. 2001.** A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Balech E & MD Ehrlich. 2008.** Esquema biogeográfico del Mar Argentino. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 19: 45-75.
- Bertness MD, C Crain, BR Silliman, MC Bazterrica, V Reyna, F Hidalgo & J Farina. 2006.** The community structure and organization of Western Atlantic Patagonian rocky shores. *Ecological Monographs* 76: 439-460.
- Bruzzone JH. 1982.** Funciones del pie en *Mytilus edulis chilensis* (Hupe). *Physis* (Buenos Aires) Sección A 41: 51-61.
- Buschbaum C, S Dittman, JS Hong, IS Hwang, M Strasser, M Thiel, N Valdivia, SP Yoon & K Reise. 2009.** Mytilid mussels: global habitat engineers in coastal sediments. *Helgoland Marine Research* 63: 47-58.
- Cacabelos E, C Olabarria, M Incera & JS Troncoso. 2010.** Effects of habitat structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 89: 43-52.
- Clarke KR & RN Gorley. 2001.** PRIMER v5: User manual/tutorial, 91 pp. PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke KR, PJ Somerfield & RN Gorley. 2008.** Testing null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environmental linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366: 56-69.
- Duarte C, E Jaramillo, H Contreras & L Figueroa. 2006.** Community structure of the macroinfauna in the sediments below an intertidal mussel bed (*Mytilus chilensis* (Hupe)) of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 53-368.
- Eleftheriou A & A McIntyre. 2005.** Methods for the study of marine benthos, 440 pp. Blackwell Science, Oxford.
- Escofet A, JM Orensanz, SR Olivier & V Scarabino. 1978.** Biocenología bentónica del golfo San Matías (Río Negro, Argentina): Metodología, experiencias y resultados del estudio ecológico de un gran espacio en América Latina. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 5(1): 59-82.
- Fernández M, E Jaramillo, PA Marquet, CA Moreno, SA Navarrete, FP Ojeda, CR Valdovinos & JA Vásquez. 2000.** Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 73(4): 797-830.

- Halperin DR. 1967.** Cianofíceas marinas de Puerto Deseado (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana* 14: 273-354.
- Legendre P & L Legendre. 2003.** Numerical ecology, 853 pp. Elsevier, Amsterdam.
- Lizarralde ZI & S Pittaluga. 2011.** Distribution and temporal variability of the benthic fauna in a tidal flat of the Rio Gallegos estuary, Patagonia, Argentina. *Thalassas* 27: 9-20.
- López-Gappa JJ, A Tablado & NH Magaldi. 1990.** Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezii*. *Marine Ecology Progress Series* 63: 163-175.
- Olivier SR, A Escofet, JM Orensanz, S Pezzani, ME Turro & AM Turro. 1966a.** Contribución al conocimiento de las comunidades bénticas de Mar del Plata. I. El litoral rocoso entre Playa Grande y Playa Chica. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires* 7: 185-206.
- Olivier SR, I Kreibohm de Paternoster & R Bastida. 1966b.** Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). *Boletín del Instituto de Biología Marina, Mar del Plata* 10: 1-74.
- Otaegui AV & HE Zaixso. 1974.** Distribución vertical de los moluscos marinos del litoral rocoso de la ría de Puerto Deseado (Santa Cruz, Argentina). Una guía para reconocer los diferentes pisos y horizontes litorales. *Physis* (Buenos Aires), Sección A, 33: 321-334.
- Penchaszadeh PE. 1973.** Ecología de la comunidad del mejillón (*Brachydontes rodriguezii* d'Orb.) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina). El proceso de recolonización. *Physis* (Buenos Aires) Sección A 32: 51-64.
- Raffaelli D & S Hawkins. 1996.** Intertidal ecology, 356 pp. Chapman & Hall, London.
- Ringuelet RA, A Amor, N Magaldi & R Pallares. 1962.** Estudio ecológico de la fauna intercotidal de Puerto Deseado en febrero de 1961 (Santa Cruz, Argentina). *Physis* 23(64): 35-53.
- Ríos C & E Mutschke. 1999.** Community structure of intertidal boulder-cobble fields in the Straits of Magellan, Chile. *Scientia Marina* 63(Supl. 1): 193-201.
- Sánchez V & HE Zaixso. 1995.** Secuencias de recolonización mesolitoral en una costa rocosa del Golfo San José (Chubut, Argentina). *Naturalia Patagónica, Ciencias Biológicas* 3: 57-83.
- Seed R & TH Suchanek. 1992.** Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling E (ed). *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and aquaculture*, pp. 87-169. Elsevier, Amsterdam.
- Silliman BR, MD Bertness, AH Altieri, JN Griffin, MC Bazterrica, FI Hidalgo, CM Crain & MV Reyna. 2011.** Whole-community facilitation regulates biodiversity on Patagonian rocky shores. *PLoS One* 6: e24502. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.002402>>
- Sokal RR & FJ Rohlf. 1997.** *Biometry*, 887 pp. W. H. Freeman and Company, New York.
- Suchanek TH. 1980.** Diversity in natural and artificial mussel bed communities of *Mytilus californianus*. *American Zoologist* 20: 807.
- Suchanek TH. 1986.** Mussels and their role in structuring rocky shore communities. In: Moore PG & R Seed (eds). *The ecology of rocky coasts*, pp. 70-96. Columbia University Press, New York.
- ter Braak CJF & P Smilauer. 1998.** CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination (v. 4), 351 pp. Microcomputer Power, Ithaca.
- Tsuchiya M & M Nishihira. 1985.** Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Marine Ecology Progress Series* 25: 71-81.
- Tsuchiya M & M Nishihira. 1986.** Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Marine Ecology Progress Series* 31: 171-178.
- Vallarino EA, MS Rivero, MC Gravina & R Elías. 2002.** The community-level response to sewage impact in intertidal mytilid beds of the Southwestern Atlantic, and the use of the Shannon index to assess pollution. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37: 25-33.
- Van Leeuwen B. 2008.** Modeling mussel bed influence on fine sediment dynamics on a Wadden Sea intertidal flat. Master's Thesis, University of Twente, Deltares, 110 pp.
- Widdows J, JS Lucas, MD Brinsley, PN Salkeld & FJ Staff. 2002.** Investigation of the effects of current velocity on mussel feeding and mussel bed stability using an annular flume. *Helgoländer Marine Research* 56: 3-12.
- Zaixso HE. 1975.** Distribución vertical de los moluscos marinos de la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). Sustratos con fracción limosa. *Physis* (Buenos Aires), Sección A 34(89): 229-243.
- Zaixso HE. 1999.** Distribución submareal del mitílido *Aulacomya atra atra* (Molina) en el Golfo San José (Argentina) en relación a la profundidad, características del fondo y condiciones hidrográficas. *Physis* (Buenos Aires), Sección A 57(132-133): 1-10.

Zaixso HE. 2004. Bancos de cholga *Aulacomya atra atra* (Molina) (Bivalvia: Mytilidae) del golfo San José (Chubut, Argentina): Diversidad y relaciones con facies afines. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(2): 61-78.

Zaixso HE & CT Pastor. 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitílidos de Puerto Deseado. I. Distribución y análisis biocenótico. *Ecosur* 4: 1-46.

Zaixso HE, ZI Lizarralde, CT Pastor, E Gómez-Simes, E Romanello & G Pagnoni. 1998. Distribución espacial del macrozoobentos submareal del Golfo San José (Chubut, Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 33(1): 43-72.

Zaixso HE, AL Boraso de Zaixso, CT Pastor de Ward, ZI Lizarralde, J Dadón & D Galván. 2015. El bentos costero patagónico. En: Zaixso HE & AL Boraso (eds). *La zona costera Patagónica Argentina* 2: 43-152. Editorial Universitaria de la Patagonia, Comodoro Rivadavia.

Recibido el 29 de julio de 2016 y aceptado el 21 de abril de 2017

Editor: Claudia Bustos D.