

## ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS EN TRES SITOS DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR (ANTÁRTIDA): PATRONES DE DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN Y TAMAÑOS CORPORALES

STRUCTURE OF BENTHIC COMMUNITIES IN THREE SITES FROM SOUTH SHETLAND ISLANDS (ANTARCTICA): BIODIVERSITY PATTERNS, COMPOSITION AND BODY SIZES

Mariano E. Malvé<sup>1</sup>, Sandra Gordillo<sup>2,3</sup> & Marcelo M. Rivadeneira<sup>4</sup>

### ABSTRACT

Antarctic benthic communities are extremely distinctive. They are characterized by the dominance of suspension feeders, the lack of durophagous predators, the presence of gigantism in some *taxa* and high values of diversity. The aim of this study is to compare the structure of benthic communities in three sites with different topographic characteristics. During the 2011 Antarctic Summer Expedition on board of R/V ARA Puerto Deseado representative benthic communities samples were taken between 156-246 m depth. All organisms were preserved in a 4% formaldehyde solution until laboratory examination. Abundance, biomass and diversity were quantified for each sample. Then histograms to evaluate the relationship between abundance and biomass were done and a multivariate analysis (cluster) was performed. A total of 1772 organisms were recorded comprising more than 12 classes of invertebrates. The ecological parameters (richness, diversity, evenness and dominance) varied considerably between the three samples. The cluster analysis grouped two sites located at the north of the archipelago and separated the locality from Deception Island. The last sample showed the highest abundance values but the lowest of diversity which could be associated with the volcanic activity of the area and the secondary succession that prevails in the zone. The other two samples showed similar values of diversity but the specific composition was different. This situation is interpreted based in the existence of local communities that respond principally to the high habitat heterogeneity which is the result of complex glacial geomorphological

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sársfield 299 X5000JJC Córdoba, Argentina, marianomalve@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA, CONICET-UNC). Av. Vélez Sársfield 1611 X5016GCA Córdoba, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Paleobiológicas (CIPAL, UNC).

<sup>4</sup> Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) & Universidad Católica del Norte, Av. Bernardo O'Higgins 877, C.P. 1781681, Coquimbo, Chile.

basins resulting in differences in the substrate type, and consequently in the associated biota.

Key words: Antarctic benthos, suspension feeders, gigantism, abundance, biomass.

## RESUMEN

Las comunidades bentónicas antárticas son sumamente particulares. Se caracterizan por la dominancia de invertebrados suspensívoros, ausencia de depredadores durófagos, presencia de gigantismo en algunos taxones y altos valores de diversidad. El presente estudio tiene como objetivo comparar la estructura de las comunidades bentónicas en tres sitios con distintas características topográficas. Para ello, se tomaron muestras comunitarias representativas (156 - 246 m de profundidad) durante la Campaña Antártica de Verano a bordo del Buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado (2011). Los organismos recolectados fueron conservados en formol al 4% para su posterior análisis de laboratorio. Se cuantificó la abundancia, biomasa y diversidad para cada muestra. Posteriormente se realizaron análisis multivariados (cluster) e histogramas con el fin de evaluar la relación abundancia/biomasa. Se contabilizaron un total de 1772 individuos correspondientes a más de 12 clases de invertebrados. Los parámetros ecológicos calculados (riqueza, diversidad, uniformidad y dominancia) variaron considerablemente entre las tres muestras analizadas. Por otro lado, el cluster agrupó dos localidades ubicadas al norte del archipiélago y separó el sitio correspondiente a la Isla Decepción. Esta muestra evidenció los valores más altos de abundancia pero los más bajos de diversidad, lo que estaría asociado a la actividad volcánica de la zona y a la continua sucesión secundaria que allí prevalece. Las otras dos muestras presentaron valores similares de diversidad pero la composición específica fue distinta. Esta situación se interpreta en base a la existencia de comunidades locales que responden principalmente a la alta heterogeneidad de hábitats, producto de complejas cuencas geomorfológicas glaciales lo que resulta en diferencias en el tipo de sustrato y consecuentemente de la biota asociada.

Palabras clave: Bentos antártico, suspensívoros, gigantismo, abundancia, biomasa.

## INTRODUCCIÓN

El océano austral es hogar de una comunidad marina rica y diversa que prospera en un ambiente dominado por glaciaciones y fuertes corrientes (Griffiths, 2010). La plataforma continental antártica es excepcionalmente distinta a cualquier otra debido a su inusual topografía y profundidad, alcanzando hasta 1000 m, siendo el valor promedio de 450 m (Clarke & Johnston, 2003).

Las comunidades bentónicas que la habitan son altamente estructuradas, con una compleja diversidad funcional y un considerable grado de agregación de la composición de especies a escalas espaciales bajas e intermedias (Gutt & Starman, 1998).

Dado su aislamiento, estas comunidades son sumamente particulares, caracterizándose por presentar altos niveles de endemismo, crecimiento lento, longevidad, madurez tardía y gigantismo, así como radiaciones adaptativas que han generado

considerable biodiversidad en algunos grupos y taxones (Brandt *et al.* 2007).

Diferentes tipos de sustratos, sumado a la presencia de regímenes específicos de corrientes y a una variedad de topografías, le han proporcionado a algunas poblaciones oportunidades únicas de desarrollarse singularmente (Raguá-Gil *et al.* 2004). De esta manera, y sumado a la acción del Frente Polar que funciona como una barrera que ha contribuido al aislamiento de la fauna (Arntz *et al.* 1994), los endemismos han sido favorecidos. Sin embargo, y más allá de este aislamiento relativo, evidencias recientes sugieren cierto grado de conectividad entre la fauna antártica y sudamericana (Fortes & Absalão, 2011).

La fauna bentónica moderna de la plataforma continental antártica se caracteriza por la falta de depredadores durófagos activos (comportamiento alimentario de animales que consumen organismos con exoesqueletos y/o valvas duras) como cangrejos, langostas, tiburones,

rayas y peces teleósteos, lo que ha permitido la proliferación en muchas áreas de suspensívoros epifaunales (Clarke *et al.* 2004). Estos organismos son extraordinariamente eficientes en términos de transferencia de energía desde el sistema pelágico al bentónico y bajo condiciones antárticas forman comunidades ricas e irregulares (Gili *et al.* 2001). En este sentido, la dominancia de invertebrados de movilidad lenta y la ocurrencia de densas poblaciones de ofiuroideos y crinoideos indican que la durofagia es actualmente limitada en el continente antártico (Aronson & Blake, 2001). A menudo se ha señalado que estas características ecológicas le confieren a la fauna un parecido con los mares del Paleozoico, y por mucho tiempo se la consideró una fauna primitiva; sin embargo el bentos antártico posee muchas interacciones tróficas típicas de mares modernos (Clarke *et al.* 2004).

Respecto al tamaño de un organismo, esta es tal vez la característica más evidente (LaBarbera, 1989) y, comparativamente, un rasgo de fácil medición (Blackburn & Gaston, 1994) que provee un medio simple de encapsular y condensar una gran cantidad de información biológica embebida dentro de un red ecológica (Woodward *et al.* 2005). Aunque no existe una definición universal del gigantismo polar, la evidencia comparativa es fuerte, al menos para algunos grupos taxonómicos como copépodos, pterópodos, cefalópodos ctenóforos, quetognatos, foraminíferos, anfípodos, isópodos, esponjas, anélidos, equinodermos y picnogónidos; por el contrario, otros grupos tienden hacia el enanismo, como los bivalvos, escafópodos, quitones, peces, braquiópodos y gasterópodos prosobranquios (Moran & Woods, 2012). En este sentido, el frío extremo y constante de los ambientes marinos polares ha sido implicado en muchas características inusuales, como el gigantismo mencionado. Este fenómeno posiblemente es el más complejo de resolver debido a que el tamaño corporal es central para los procesos ecológicos y evolutivos (Moran & Woods, 2012).

Estudios recientes sugieren que la distribución espacial y la zonación trófica del bentos antártico en las Islas Shetland del Sur están principalmente determinadas por un factor dependiente de la profundidad (Sáiz-Salinas *et al.* 1997; Piepenburg

*et al.* 2002); habiéndose además realizado evaluaciones de abundancia y biomasa tanto en Islas Shetland del Sur como en la Península Antártica (Arnaud *et al.* 1998). Además, cabe destacar que la alta biomasa de muchas comunidades bentónicas está probablemente relacionada con adaptaciones a los bajos y oscilantes niveles de alimento (Brey & Clarke, 1993)

Los objetivos del presente trabajo son: (1) caracterizar y comparar la estructura de las comunidades bentónicas antárticas en tres sitios de las Islas Shetland del Sur con distintas características topográficas y (2) evaluar si la relación entre la abundancia y biomasa de los distintos grupos de invertebrados es un buen indicador para detectar casos de gigantismo y enanismo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las Islas Shetland del Sur son parte de un archipiélago que está situado a unos 120 km de distancia de las costas de la Península Antártica, entre el Pasaje Drake por el norte y el Estrecho de Bransfield por el sur (Fig. 1). El clima es nublado y húmedo con fuertes vientos provenientes del oeste durante todo el año. Las temperaturas medias de verano rondan los 1,5 °C y en invierno alcanzan los -5 °C. El efecto del océano tiende a mantener las temperaturas bajas durante el verano y evita que en invierno bajen como en el interior del archipiélago más al sur. Dos muestras (11 y 14; Fig. 1) provienen del sector norte de las Islas Shetland del Sur, próximas a la mayor de sus islas (25 de Mayo o Rey Jorge), considerada la más grande del archipiélago, con una superficie de 1300 km<sup>2</sup>, de los cuales más del 90% es hielo (Nonato *et al.* 2000). En cambio, la muestra restante (24; Fig. 1) fue recolectada en la Isla Decepción, uno de los dos volcanes activos en la Antártida (Young & Klay, 1971). Esta isla está conectada con el mar abierto por un canal estrecho y poco profundo llamado Neptone's Bellows, el cual tiene intercambio limitado con las aguas del Estrecho de Bransfield (Lovell & Trego, 2003). Desde el punto de vista geológico, constituye la caldera - geoforma de relieve que se crea debido al colapso de las laderas poco consolidadas- de un volcán cuyas tres erupciones más recientes datan

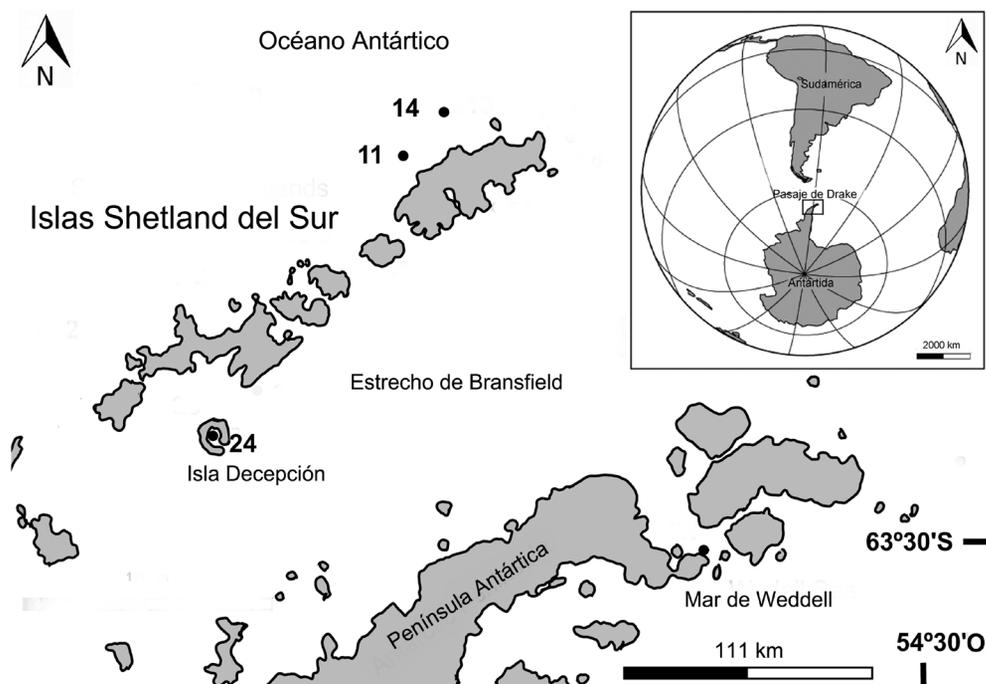


Fig. 1. Mapa del Archipiélago de las Islas Shetland del Sur. Los números (11, 14 y 24) indican la localización de las tres muestras consideradas.

de 1967, 1969 y 1970 (Sánchez, 2007).

#### *Colecta del material*

Para la realización de este estudio se recolectaron muestras comunitarias representativas entre 156 y 246 m de profundidad (Tabla 1) con una red piloto o “tangonera” durante la Campaña Antártica de Verano (CAV 2011) a bordo del Buque

Oceanográfico ARA Puerto Deseado. La red utilizada es un arte de pesca de arrastre de fondo para ejemplares de pequeña talla y apropiada para la colecta de ictiofauna (de pequeño tamaño o juveniles) y fauna bentónica; está confeccionada con paño de polietileno, malla de 50 mm, en las alas; provista de un copo o paño de polietileno trenzado de 2 mm. Una malla de 50 mm en la bolsa, protector de bolsa de paño de polietileno de

TABLA 1. Datos ambientales y ecológicos para cada una de las muestras.

	Muestra 11	Muestra 14	Muestra 24
Latitud (S)	61° 56,0'	61° 46,6'	62° 57,3'
Longitud (O)	58° 47,8'	58° 26,1'	60° 37,7'
Profundidad (m)	206	246	156
Temperatura del agua (°C)	2,4	2,3	2,5
Abundancia total (n° de individuos)	341	258	1173
Biomasa peso húmedo (g)	304,88	471,94	979,97
Riqueza (n° de morfo-especies)	47	59	16
Índice de Shannon	2,84	3,08	1,72
Uniformidad de Shannon	0,74	0,75	0,62
Dominancia de Simpson	0,10	0,11	0,23

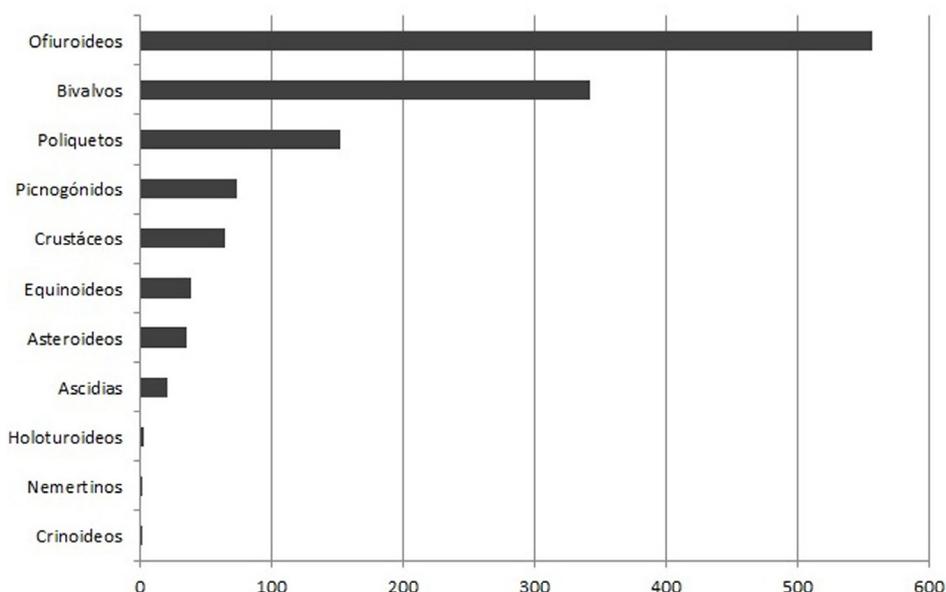


Fig. 2. Histograma en donde se observa la abundancia total para los principales grupos de las tres muestras analizadas.

100 mm de malla, paño de Nylon con malla de 10 (pezzale de cornalito) como calcetín, armada con lima de cable de acero combinado de 14 mm (Díaz de Astarloa, 2011).

Todos los organismos fueron conservados en recipientes de 20 l con formol al 4% para su posterior análisis de gabinete en el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC). En el laboratorio se tamizó y lavó el material para luego proceder a la separación según grandes grupos taxonómicos e identificar las distintas morfo-especies. Para cada muestra se cuantificó la abundancia, biomasa y diversidad alfa.

#### Análisis de datos

Los datos de biomasa se tabularon para visualizar el aporte diferencial de cada grupo para cada una de las muestras. A su vez, se confeccionaron histogramas con la finalidad de evaluar la relación entre la abundancia y la biomasa para los distintos *taxa* de invertebrados móviles.

Por otro lado, con el programa PAST (Hammer *et al.* 2005) se calcularon los índices de diversidad y de uniformidad de Shannon y de dominancia de Simpson. Las diferencias y similitudes entre las muestras se establecieron mediante un análisis multivariado (agrupamiento)

utilizando la distancia de Bray-Curtis. La significancia de las agrupaciones fue evaluada mediante el grado de soporte de los nodos, basado en 1000 valores de bootstrap. Valores altos (>85%) sugieren nodos estadísticamente significativos.

#### RESULTADOS

Se contabilizaron un total de 1772 individuos correspondientes a más de 12 clases de invertebrados. Los ofiuroides fueron el grupo más abundante, seguidos por los bivalvos y luego por los poliquetos (Fig. 2). En cuanto a los valores de biomasa los equinodermos fueron el grupo con mayor aporte, mientras que en segundo lugar se encontraron las ascidas, y tercero las macroalgas (Tabla 2).

Los histogramas realizados con los datos de biomasa y abundancia permitieron identificar ciertas tendencias para algunos grupos particulares (Fig. 3). Valores altos de esta relación (>5) denotan casos de gigantismo como en algunas clases de equinodermos. Por ejemplo, holoturoideos, equinoideos y asteroideos presentaron bajos valores de abundancia y altos de biomasa, lo que evidencia un gran tamaño corporal (Fig. 3). Por el contrario, valores bajos (<1) indican fenómenos de enanismo como en

los bivalvos, que presentaron altos valores de abundancia y bajos de biomasa denotando un pequeño tamaño corporal (Fig. 3).

Por otro lado, el análisis multivariado (Fig. 4) agrupó dos localidades ubicadas al norte del archipiélago (M 11 y 14) y separó el sitio correspondiente a la Isla Decepción (M 24). Las muestras 11 y 14 se encuentran espacialmente próximas entre sí y presentaron valores similares de diversidad ( $H' = 2,84$  y  $H' = 3,08$ , respectivamente). Sin embargo, la composición taxonómica resultó ser particularmente distinta.

La muestra 14 fue ligeramente más diversa y estuvo conformada mayormente por las cinco clases de equinodermos y ascidias con poco aporte de macroalgas. El grupo más abundante estuvo representado por los poliquetos mientras los equinoideos presentaron los mayores valores de biomasa. En cambio, la muestra 11 solo presentó dos clases de equinodermos (ofiuroides y asteroideos), no se registraron ascidias y exhibió un gran aporte de macroalgas. Los ofiuroides fueron los más abundantes y las macroalgas presentaron los valores más altos de biomasa (>60% de biomasa total).

Por su parte, la muestra 24 evidenció los valores más altos de biomasa y abundancia (principalmente bivalvos y ofiuroides en similar proporción), pero los más bajos de diversidad ( $H' = 1,72$ ). En este caso, uno de los grupos más abundantes, los ofiuroides fue el que presentó mayor aporte de biomasa.

TABLA 2. Biomasa (g de peso húmedo) de los distintos grupos taxonómicos para cada una de las muestras.

	Muestra 11	Muestra 14	Muestra 24
Ascidias		81,96	178,84
Asteroideos	21,61	73,86	
Bivalvos	0,07	0,05	8,77
Briozoos	0,58	0,22	31,15
Crinoideos		9,03	
Crustáceos	1,06	30,59	6,41
Equinoideos		169,54	134,37
Holoturoideos		40,1	
Macroalgas	204,85	7,25	
Nemertinos	0,02	1,47	
Ofiuroides	70,83	24,94	389,41
Picnogónidos	3,03	2,9	
Poliquetos	1,06	16,51	112,79
Poríferos	0,10	11,9	

## DISCUSIÓN

La historia de la Isla Decepción, caracterizada por fuertes disturbios atribuidos al vulcanismo, la extrema sedimentación y los regímenes de temperatura, se combinan para causar la escasez de taxones presentes en su interior (Barnes *et*

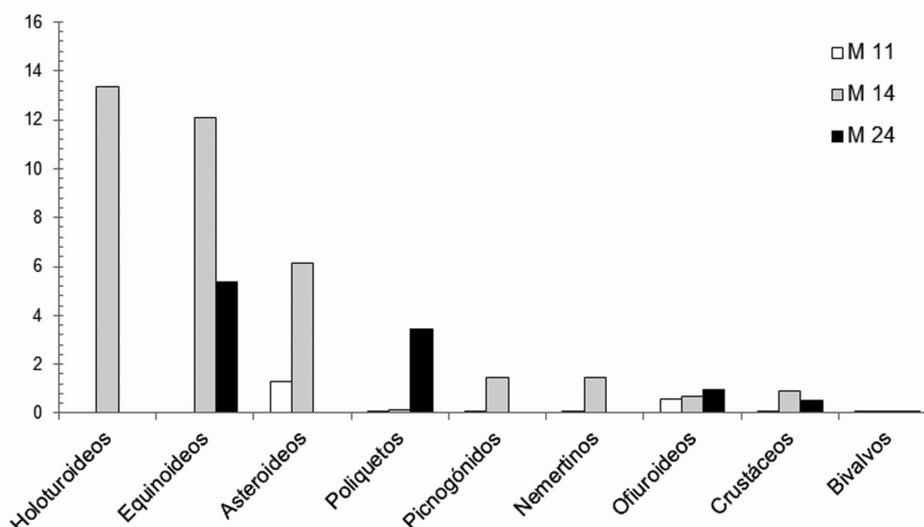


Fig. 3. Histograma en donde se observa el cociente entre la biomasa y la abundancia, como indicador del tamaño corporal de los individuos (g/ind).

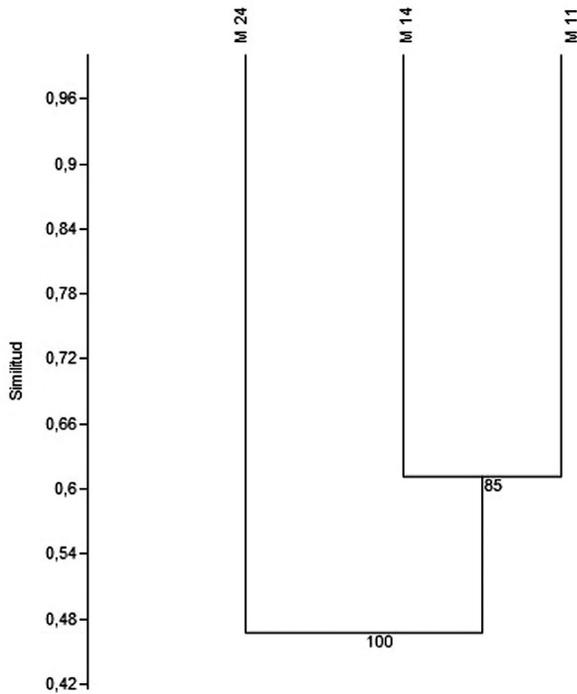


Fig. 4. Agrupamiento con transformación de raíz cuadrada utilizando la distancia de similitud de Bray-Curtis. Se incluyen los valores de soporte para ambos nodos, basado en 1000 corridas de bootstrap.

al. 2008). Según Gallardo & Castillo (1968) la actividad volcánica es el componente ambiental clave que controla las poblaciones de invertebrados epibentónicos e infaunales. Sin embargo Lovell & Trego (2003) señalan que la contaminación por metales también puede contribuir a la baja diversidad dentro de la isla.

Teniendo en cuenta lo anterior es de esperar que la biodiversidad dentro de la caldera del volcán sea más baja en comparación con otros sectores de la plataforma antártica. En este sentido, Cranmer *et al.* (2003) examinaron la abundancia y distribución espacial de la megafauna epibentónica durante dos años consecutivos (1999-2000) reportando valores de diversidad bajos ( $H' < 0,5$ ) utilizando el índice de Shannon-Wiener, siendo los ofiuroideos el grupo más abundante. Cabe destacar que nuestros resultados concuerdan en que los ofiuroideos fueron el grupo que mayor abundancia presentó, sin embargo, el presente estudio registró valores mayores utilizando el mismo índice ( $H' > 1,0$ ) que los obtenidos por dichos autores. Estas diferencias podrían indicar un ligero aumento en el período de

aproximadamente 10 años que transcurrió entre los dos muestreos, lo que deberá corroborarse a través de futuros muestreos.

Existen dos diferencias destacables entre la Isla Decepción y otros sitios ubicados en el continente antártico. Por un lado debe considerarse el intercambio limitado de agua entre la caldera del volcán y el Estrecho de Bransfield. Esta estrecha abertura (ancho mínimo: 550 m) de 11 m de profundidad (Smith *et al.* 2003) puede no estar permitiendo que nuevas especies invadan y se establezcan tan fácilmente como en otras regiones. Por otro lado, la perturbación del hábitat que por lo general es producido por el hielo, en la Isla Decepción es causado principalmente por la actividad volcánica (Cranmer *et al.* 2003).

Comparativamente los valores de diversidad de la Isla Decepción fueron mucho más bajos que los calculados para las muestras provenientes del sector norte de las Islas Shetland del Sur, lo que concuerda con los valores reportados por otros estudios utilizando el índice de Shannon-Wiener. White (1984), en una serie de estaciones en la Península Antártica, registró valores comprendidos entre 2,03 y 4,92 y Starmans *et al.* (1999) obtuvieron valores entre 1,60 y 2,77 en los mares de Weddell, Bellingshausen y Amudsen. La gran biodiversidad del Océano Austral puede ser explicada, en parte, debido a la existencia de complejas comunidades tridimensionales dominadas por suspensívoros que proveen hábitats para un gran número de especies asociadas. Estas diversas asociaciones tan comunes en muchas áreas de la Antártida son producto de un largo y lento proceso histórico evolutivo que demanda, posiblemente, cientos y miles de años para que alcancen los niveles de diversidad y estructura que poseen actualmente. Estas comunidades representan una extrema forma de evolución y han sido afectadas por grandes disturbios como los causados por el hielo (Gili & Coma, 1998). Según distintos autores, estas marcadas diferencias en la diversidad entre las muestras provenientes del sector norte de las Islas Shetland del Sur y la Isla Decepción puede deberse a la combinación de tres factores: (1) el disturbio ocasionado por la actividad volcánica (Smith *et al.* 2003), (2) la contaminación de los sedimentos, el agua y los tejidos de los organismos pelágicos y bentónicos con metales traza provenientes de la

actividad geotérmica local (Deheyn *et al.* 2005) y (3) la rareza de encontrar estructuras tridimensionales provistas por las comunidades suspensívoras dentro de la caldera del volcán (Barnes *et al.* 2008).

Otro factor clave que afecta la distribución de organismos es el tipo de sustrato. Existe una gran variedad de sustratos (duros rocosos, arenosos o sustratos conformados por estructuras biogénicas como por ejemplo las alfombras de espículas de esponjas y organismos vivos/ muertos) que proveen la oportunidad para algunas poblaciones de asentarse y desarrollarse singularmente (Raguá-Gil *et al.* 2004). Según Arnaud *et al.* (2001), aún a escalas espaciales pequeñas, puede haber cambios cuantitativos en la abundancia de especies, lo que se ve reflejado en la variación de los sedimentos característicos de las Islas Shetland del Sur, mayormente debido a la entrada y deposición irregular de lodos terrestres, gravas de hielo y ceniza volcánica (Yoon *et al.* 1992). En este sentido, variaciones hidrodinámicas y topográficas de una zona a otra pueden ser las responsables de crear ambientes sumamente heterogéneos en donde se desarrollan comunidades distintas, aun cuando estos sitios se encuentren próximos entre sí, como es el caso de las muestras 11 y 14.

Finalmente, el gigantismo polar es uno de los fenómenos más controvertidos en la literatura antártica. Aunque existe fuerte evidencia a favor para determinados grupos (Moran & Woods, 2012), lo cierto es que es una característica que debe ser evaluada minuciosamente dentro de determinados grupos taxonómicos y resulta necesario extrapolar esos datos con aquellos provenientes de otras partes del mundo para determinar la veracidad y alcance de este patrón. Los histogramas realizados en este estudio, en donde se evalúa la relación entre la abundancia y biomasa, no resultaron contundentes para identificar casos de enanismo y gigantismo. Como se comentó anteriormente, se pudieron visualizar ciertas tendencias para bivalvos y asteroideos, pero puede resultar erróneo para otros grupos como por ejemplo los picnogónidos. Jayasree *et al.* (1993) y Child (1995) reportan que el gigantismo es un marcado carácter de la fauna de picnogónidos antárticos, sin embargo, esta situación no resultó evidente en base a nuestros resultados.

## CONCLUSIONES

La muestra proveniente de la Isla Decepción (muestra 24) evidenció los valores más altos de abundancia pero los más bajos de diversidad, lo que estaría asociado a la actividad volcánica en la isla y a la continua sucesión secundaria que allí prevalece.

Las otras dos muestras, provenientes del sector norte de las Islas Shetland (muestras 11 y 14), presentaron valores similares de diversidad, pero la composición específica fue particularmente distinta. Esta situación se interpreta en base a la existencia de comunidades locales que responden principalmente a la alta heterogeneidad de hábitats, producto de complejas cuencas geomorfológicas glaciales lo que resulta en diferencias en el tipo de sustrato y consecuentemente de la biota asociada.

## AGRADECIMIENTOS

A los participantes -jefe y personal científico y tripulación-, de la Campaña Antártica organizada y subsidiada por el CONICET y realizada en el Buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado (2011) de la cual participó SG. Al Dr. Daniel A. Fernández y colaboradores del Laboratorio de Ecología, Fisiología y Evolución del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET) por proveer la logística y el apoyo necesarios para el procesamiento de las muestras y en el marco de una pasantía de MIM realizada en dicha institución. A dos revisores anónimos cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar la versión final del manuscrito. Este trabajo es una contribución al proyecto INACH G05-11.

## LITERATURA CITADA

- Arnaud, P. M., López, C. M., Olasso, I., Ramil, F., Ramos-Esplá, A. A., & Ramos, A. (1998). Semi-quantitative study of macrobenthic fauna in the region of the South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 19(3), 160-166.
- Arnaud, P.M., Troncoso, J.S., & Ramos, A. (2001). Species diversity and assemblages of macrobenthic mollusca from the South Shetland Islands and Bransfield Strait

- (Antarctica). *Polar Biology*, 24, 105–112.
- Arntz, W.E., Brey, T., & Gallardo, V.A. (1994). Antarctic zoobenthos. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 32, 241–304.
- Aronson, R.B., & Blake, D.B. (2001). Global climate change and the origin of modern benthic communities. *American Zoologist*, 41, 27–39.
- Barnes, D.K.A., Linse, K., Enderlein, P., Smale, D., Fraser, K.P.P., & Brown, M. (2008). Marine richness and gradients at Deception Island, Antarctica. *Antarctic Science*, 20(3), 271–279.
- Blackburn, T. M., & Gaston, K. J. (1994). Animal body size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(12), 471–474.
- Brandt, A., Gooday, A.J., Brandão, S.N., Brix, S., Brökeland, W., Cedhagen, T., Choudhury, M., Cornelius, N., Danis, B., De Mesel, I., Diaz, R.J., Gillan, D.C., Ebbe, B., Howe, J.A., Janussen, D., Kaiser, S., Linse, K., Malyutina, M., Pawlowski, J., Raupach, M., & Vanreusel, A. (2007). First insights into the biodiversity and biogeography of the southern ocean deep sea. *Nature*, 447(7142), 307–11.
- Brey, T., & Clarke, A. (1993). Population dynamics of marine benthic invertebrates in Antarctic and subantarctic environments: are there unique adaptations? *Antarctic Science*, 5(03), 253–266.
- Child, C. A. (1995). Antarctic and subantarctic pycnogonids. Nymphonidae, Colossendeidae, Rhynchothoracidae, Pycnogonidae, Endeidae and Callipallenidae. In: Cairns, S.D. (Ed.), *Biology of Antarctic Seas XXIV, Antarctic Research Series*. 69, (pp. 1–165). Washington, DC: American Geophysical Union.
- Clarke, A. & Johnston, N.M. (2003). Antarctic marine benthic diversity. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 41, 47–114.
- Clarke, A., Aronson, R.B., Crame, J.A., Gili, J.M., & Blake, D.B. (2004). Evolution and diversity of the benthic fauna of the Southern Ocean continental shelf. *Antarctic Science*, 16(4), 559–568.
- Cranmer, T. L., Ruhl, H. A., Baldwin, R. J., & Kaufmann, R. S. (2003). Spatial and temporal variation in the abundance, distribution and population structure of epibenthic megafauna in Port Foster, Deception Island. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 50(10), 1821–1842.
- Deheyn, D. D., Gendreau, P., Baldwin, R. J., & Latz, M. I. (2005). Evidence for enhanced bioavailability of trace elements in the marine ecosystem of Deception Island, a volcano in Antarctica. *Marine Environmental Research*, 60(1), 1–33.
- Díaz de Astarloa, J.M. (2011). Informe sobre la Campaña Antártica de Verano (CAV) 2010–2011 III Etapa, CONICET, 106 pp.
- Fortes, R.D.R. & Absalão, R.S. (2011). Biogeography and connectivity between western South American and Antarctic marine molluscs. *Oecologia Australis*, 15(1), 111–123.
- Gallardo, V.A., & Castillo, J.G. (1968). Mass mortality in the benthic infauna of Port Foster resulting from the eruptions in Deception Island, South Shetland Islands. *Publication Instituto Antártico Chileno*, 16, 1–13.
- Gili, J. M., & Coma, R. (1998). Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(8), 316–321.
- Gili, J.M., Coma, R., Orejas, C., López-González, P.J., & Zabala, M. (2001). Are Antarctic suspension-feeding communities different from those elsewhere in the world? *Polar Biology*, 24(7), 473–485.
- Griffiths, H.J. (2010). Antarctic marine biodiversity - what do we know about the distribution of life in the Southern Ocean? *PloS One*, 5(8), e11683.
- Gutt, J., & Starmans, A. (1998). Structure and biodiversity of megabenthos in the Weddell and Lazarev Seas (Antarctica): ecological role of physical parameters and biological interactions. *Polar Biology*, 20(4), 229–247.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan P.D. (2005). PAST-Palaeontological STatistics, ver. 1.35.

- <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Jayasree, V., Sreepada, R. A., & Parulekar, A. H. (1993). An unusual giant pycnogonid (Pycnogonida-Colossendeidae) *Decolopoda qasimi* sp. nov. from Antarctic waters. *Current Science*, 65, 179-181.
- LaBarbera, M. (1989). Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 97-117.
- Lovell, L. L., & Trego, K. D. (2003). The epibenthic megafaunal and benthic infaunal invertebrates of Port Foster, Deception Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 50(10), 1799-1819.
- Moran, A.L. & Woods, H.A. (2012). Why might they be giants? Towards an understanding of polar gigantism. *The Journal of Experimental Biology*, 215(12), 1995-2002.
- Nonato, E.F., Brito, T.A.S., De Paiva, P.C., Petti, M.A.V., & Corbisier, T.N. (2000). Benthic megafauna of the nearshore zone of Martel Inlet (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica): depth zonation and underwater observations. *Polar Biology*, 23(8), 580-588.
- Piepenburg, D., Schmid, M. K., & Gerdes, D. (2002). The benthos off King George Island (South Shetland Islands, Antarctica): further evidence for a lack of a latitudinal biomass cline in the Southern Ocean. *Polar Biology*, 25(2), 146-158.
- Raguá-Gil, J.M., Gutt, J., Clarke, A., & Arntz, W. E., (2004). Antarctic shallow-water mega-epibenthos: shaped by circumpolar dispersion or local conditions? *Marine Biology*, 144(5), 829-839.
- Sáiz-Salinas, J. I., Ramos, A., García, F. J., Troncoso, J. S., San Martín, G., Sanz, C., & Palacin, C. (1997). Quantitative analysis of macrobenthic soft-bottom assemblages in South Shetland waters (Antarctica). *Polar Biology*, 17(4), 393-400.
- Sánchez, R. (2007). *Antártida: introducción a un continente remoto*. Ed. Albatros, Buenos Aires.
- Smith Jr., K.L., Baldwin, R.J., Kaufmann, R.S., & Sturz, A., (2003). Ecosystem studies at Deception Island, Antarctica: an overview. *Deep-Sea Research II, Topical Studies in Oceanography*, 50(10), 1595-1609.
- Starmans, A., Gutt, J., & Arntz, W.E., (1999). Mega-epibenthic communities in Arctic and Antarctic shelf areas. *Marine Biology*, 135, 269-280.
- White, M.G. (1984). Marine benthos. In: Laws, R.M. (Ed.), *Antarctic Ecology*, Vol. 2. (pp. 421-461). Academic Press, London.
- Woodward, G., Ebenman, B., Emmerson, M., Montoya, J. M., Olesen, J. M., Valido, A., & Warren, P. H. (2005). Body size in ecological networks. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 402-409.
- Yoon, H.I., Han, M.W., Park, B.K., Han, S.J., & Oh, J.K., (1992). Distribution, provenance and dispersal pattern of clay minerals in surface sediments, Bransfield Strait, Antarctica. *Geo-Marine Letters*, 12, 223-227.
- Young, S.B. & Klay, J.R., (1971). Bryophytes in the 1969 crater of Deception Island, Antarctica: an apparent case of rapid long-distance dispersal. *The Ohio Journal of Science*, 71(6), 358-362.