

**Universidad Nacional del Sur**

**TESIS DOCTORAL**

**Diversidad y estructura de las  
comunidades macrobentónicas  
de dos playas de arena  
del sur de Buenos Aires**

**María Cecilia Carcedo**

**2014**



Universidad Nacional del Sur

Tesis Doctor en Biología

**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LAS  
COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS DE DOS  
PLAYAS DE ARENA DEL SUR DE BUENOS AIRES**

María Cecilia Carcedo

Bahía Blanca, Argentina

-2014-

Foto de tapa: playa de Pehuen-Có (tomada por Sandra Fiori)

## PREFACIO

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar por el grado Académico de Doctor en Biología de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el Laboratorio de Bentos del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) perteneciente al Centro Científico Tecnológico Bahía Blanca (CCT-CONICET-BB), dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), durante el período comprendido entre abril de 2009 y junio de 2013, bajo la dirección de las Dras. Sandra Fiori (IADO-CONICET) y Claudia Bremec (INIDEP-CONICET).

María Cecilia Carcedo



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR  
Secretaría General de Postgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el .... / .... / .... , mereciendo la calificación de ..... (.....)

*Sólo están lejos las cosas que no sabemos mirar...*

Atahualpa Yupanqui

*A mis papás*

# ÍNDICE GENERAL

Resumen

Abstract

1. Introducción General.....	1
1.1. La playa.....	1
1.2. Morfodinámica.....	3
1.3. Playas en Argentina.....	5
1.4. Objetivo general de la tesis.....	6
2. Materiales y Métodos Generales.....	7
2.1. Área de estudio.....	7
2.1.1. Monte Hermoso.....	9
2.1.2. Pehuen-Có.....	9
2.2. Diseño de muestreo biológico.....	11
2.2.1. Zona del <i>surf</i> .....	11
2.2.2. Zona intermareal.....	11
2.3. Caracterización del ambiente físico.....	14
2.4. Determinación y análisis de las muestras biológicas.....	17
2.5. Análisis estadístico.....	18
2.5.1. Análisis univariado.....	18
2.5.2. Análisis multivariado.....	19
3. Dinámica espacio-temporal de la macrofauna bentónica de la zona del <i>surf</i>	
3.1. Introducción.....	20
3.1.1. Hipótesis de trabajo.....	22
3.1.2. Objetivos específicos.....	22
3.2. Materiales y Métodos.....	22
3.2.1. Trabajo de campo.....	22
3.2.2. Análisis de los datos.....	23
3.2.2.1. Análisis univariado.....	23
3.2.2.2. Análisis multivariado.....	23
3.3. Resultados.....	22
3.3.1. Variables ambientales.....	24
3.3.2. La macrofauna.....	24

3.3.3. Análisis de los datos.....	28
3.3.3.1. Análisis univariado.....	28
3.3.3.2. Análisis multivariado.....	32
3.4. Discusión.....	35
4. Macrofauna bentónica intermareal: Patrón espacio-temporal	
4.1. Introducción.....	39
4.1.1. Hipótesis de trabajo.....	41
4.1.2. Objetivos específicos.....	41
4.2. Materiales y Métodos.....	41
4.2.1. Trabajo de campo.....	41
4.2.2. Análisis de los datos.....	42
4.2.2.1. Análisis univariado.....	42
4.2.2.2. Análisis multivariado.....	43
4.3. Resultados.....	44
4.3.1. Estado morfodinámico.....	44
4.3.2. La macrofauna.....	50
4.3.3. Análisis de los datos.....	52
4.3.3.1. Análisis univariado.....	52
4.3.3.2. Análisis multivariado.....	57
4.4. Discusión.....	65
5. Macrofauna bentónica intermareal: Patrón de zonación	
5.1. Introducción.....	70
5.1.1. Hipótesis de trabajo.....	72
5.1.2. Objetivos específicos.....	72
5.2. Materiales y Métodos.....	72
5.2.1. Trabajo de campo.....	72
5.2.2. Análisis de los datos.....	73
5.2.2.1. Análisis univariado.....	73
5.2.2.2. Análisis multivariado.....	73
5.3. Resultados.....	74
5.3.1. Caracterización del sedimento.....	74
5.3.2. Caracterización biológica de las zonas.....	81
5.3.3. Zonación.....	87



5.3.4. Relación entre la zonación y las características físicas de las zonas.....	105
5.4. Discusión.....	110
6. Nuevo género-nueva especie: <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> en Argentina	
6.1. Introducción.....	116
6.2. Materiales y Métodos.....	116
6.3. Resultados.....	117
6.3.1. Taxonomía.....	117
6.3.2. Diagnósis.....	117
6.3.3. Observaciones.....	118
6.3.4. Descripción.....	119
6.3.5. Etimología.....	124
6.3.6. Nota ecológica.....	124
7. Consideraciones finales.....	128
7.1. Zona del <i>surf</i> .....	128
7.2. Zona intermareal: Mesoescala.....	129
7.3. Zona intermareal: Microescala.....	130
8. Bibliografía.....	132
Anexo	
Agradecimientos	

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Perfil de playa: zonas y características morfológicas.....	2
<b>Figura 2.1.</b> Área de estudio mostrando la ubicación de las localidades de Monte Hermoso y Pehuen-Có.....	8
<b>Figura 2.2.</b> Área de estudio mostrando la ubicación de los sitios muestreados a largo de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có.....	10
<b>Figura 2.3.</b> Esquema del diseño de muestreo biológico en transectas realizado en la zona intermareal.....	13
<b>Figura 3.1.</b> Comportamiento estacional de las variables ambientales.....	26
<b>Figura 3.2.</b> A) Valor medio y desvío estándar del índice de riqueza de Margalef (d), índice de Shannon (H') e índice de Pielou (P') para cada año, sitio de muestreo y estación del año; B) Valor medio ( $\pm$ DE) de la abundancia total y de las especies más abundantes.....	30
<b>Figura 3.3.</b> Variables que mostraron diferencias significativas entre sitios: índice de riqueza de Margalef (d), abundancia total y de las dos especies más abundantes para cada año, sitio de muestreo y estación del año; mostrando la existencia de interacciones.....	31
<b>Figura 3.4.</b> Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre sitios de muestreo.....	33
<b>Figura 3.5.</b> Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre estaciones del año.....	33
<b>Figura 4.1.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 1.....	45
<b>Figura 4.2.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 2.....	46
<b>Figura 4.3.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 3.....	47
<b>Figura 4.4.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 4.....	48
<b>Figura 4.5.</b> Riqueza, diversidad, densidad total (IST), biomasa total (BST) y densidad de las especies dominantes ( <i>M. mactroides</i> , <i>A. patagoniensis</i> y <i>Lepidasthenia</i> sp.) para cada sitio de muestreo y estación del año, mostrando las interacciones significativas.....	53
<b>Figura 4.6.</b> Valor medio y desvío estándar del índice de riqueza de Margalef (d), índice de Pielou (J') e índice de Shannon (H') para cada sitio de muestreo y estación del año.....	55
<b>Figura 4.7.</b> Valor medio y desvío estándar de la densidad total (IST), biomasa total (BST) y densidad de las especies dominantes para cada sitio de muestreo y estación del año.....	56
<b>Figura 4.8.</b> Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre sitios de muestreo.....	57
<b>Figura 4.9.</b> Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre estaciones del año.....	60

<b>Figura 4.10.</b> Representación bidimensional del ACP en el espacio de los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2).....	63
<b>Figura 5.1.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 1, en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento.....	76
<b>Figura 5.2.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 2, en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento.....	77
<b>Figura 5.3.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 3, en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento .....	78
<b>Figura 5.4.</b> Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 4, en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento .....	79
<b>Figura 5.5.</b> Parámetros biológicos (media $\pm$ desvío estándar) de cada zona del área intermareal: A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año. S: riqueza, H': diversidad de Shannon.....	82
<b>Figura 5.6.</b> Parámetros biológicos de cada zona del área intermareal: A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año, mostrando la existencia de interacciones. S: riqueza, H': diversidad de Shannon.....	82
<b>Figura 5.7.</b> Media $\pm$ desvío estándar de las densidades de ocho especies intermareales a lo largo de las tres zonas (A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año.....	85
<b>Figura 5.8.</b> Densidades de ocho especies intermareales a lo largo de las tres zonas (A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año, mostrando la existencia de interacciones...	86
<b>Figura 5.9.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el otoño.....	89
<b>Figura 5.10.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el invierno.....	90
<b>Figura 5.11.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante la primavera.....	91
<b>Figura 5.12.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el verano.....	92
<b>Figura 5.13.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el otoño.....	93
<b>Figura 5.14.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación	

multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el invierno.....	94
<b>Figura 5.15.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante la primavera.....	95
<b>Figura 5.16.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el verano.....	96
<b>Figura 5.17.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el otoño.....	97
<b>Figura 5.18.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el invierno.....	98
<b>Figura 5.19.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del Sitio3-EO, durante la primavera.....	99
<b>Figura 5.20.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el verano.....	100
<b>Figura 5.21.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el otoño.....	101
<b>Figura 5.22.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el invierno.....	102
<b>Figura 5.23.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante la primavera.....	103
<b>Figura 5.24.</b> Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el verano.....	104
<b>Figure 5.25.</b> Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el otoño.....	106
<b>Figura 5.26.</b> Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el invierno.....	107
<b>Figura 5.27.</b> Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para la primavera.....	108
<b>Figure 5.28.</b> Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el verano.....	109

<b>Figura 6.1.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov. A. Holotipo (macho); B. Alotipo (hembra).....	119
<b>Figura 6.2.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov.: holotipo (macho). A. Parte anterior del cuerpo; B. Anténula; C. Antena en vista dorsal; D. Mandíbula; E. Maxila; F. Maxílula; G. Labro.....	121
<b>Figura 6.3.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov.: alotipo (hembra). A. Parte anterior del cuerpo; B. Anténula.....	122
<b>Figura 6.4.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov.: holotipo (macho) A. Primera extremidad torácica; B. Segunda; C. Tercera; D. Cuarta; E. Octava extremidad torácica.....	125
<b>Figura 6.5.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov.: holotipo (macho). A. Primer pleópodo; B. Segundo pleópodo; C. Tercer pleópodo; D. Seta modificada del cuarto pleópodo; E. Cuarto pleópodo; F. Quinto pleópodo; G. Primer pleópodo (hembra).....	126
<b>Figure 6.6.</b> <i>Pseudobranchiomysis arenae</i> sp. nov.: holotipo (macho). A. Parte posterior del cuerpo; B. Telson; C. Urópodo; D. Endópodo del urópodo en vista ventral.....	127

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Sitios de muestreo.....	10
<b>Tabla 2.2.</b> Correspondencia entre la escala granulométrica propuesta por Wentworth (1922), las unidades en grado $\phi$ y el tamaño de grano de las partículas en milímetros.....	15
<b>Tabla 2.3.</b> Nomenclatura para los valores de selección en grados $\phi$ (McManus, 1988).....	16
<b>Tabla 2.4.</b> Nomenclatura para los valores de kurtosis en grados $\phi$ (McManus, 1988).....	16
<b>Tabla 2.5.</b> Nomenclatura para los valores de asimetría en grados $\phi$ (McManus, 1988).....	16
<b>Tabla 3.1.</b> Dominancia y presencia de los organismos colectados en la zona del <i>surf</i> .....	27
<b>Tabla 3.2.</b> Resultados del análisis de varianza de tres vías y los test DMS.....	29
<b>Tabla 3.3.</b> Análisis de similitud (SIMPER) entre grupos descritos por ANOSIM, mostrando los organismos que más contribuyeron a las diferencias observadas entre los sitios (Monte Hermoso y Pehuen-Có).....	34
<b>Tabla 3.4.</b> Análisis de similitud (SIMPER) entre grupos descritos por ANOSIM, mostrando los organismos que más contribuyeron a las diferencias observadas entre las estaciones del año (invierno y verano).....	34
<b>Tabla 4.1.</b> Características físicas de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có. ....	49
<b>Tabla 4.2.</b> Variables físicas de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có.....	50
<b>Tabla 4.3.</b> Estructura de la comunidad macrobentónica de la zona intermareal.....	51
<b>Tabla 4.4.</b> Análisis SIMPER entre sitio 1 y sitio 2.....	58
<b>Tabla 4.5.</b> Análisis SIMPER entre sitio 1 y sitio 3.....	58
<b>Tabla 4.6.</b> Análisis SIMPER entre sitio 2 y sitio 3.....	58
<b>Tabla 4.7.</b> Análisis SIMPER entre sitio 1 y sitio 4.....	59
<b>Tabla 4.8.</b> Análisis SIMPER entre sitio 2 y sitio 4.....	59
<b>Tabla 4.9.</b> Análisis SIMPER entre sitio 3 y sitio 4.....	59
<b>Tabla 4.10.</b> Análisis SIMPER entre otoño e invierno.....	61
<b>Tabla 4.11.</b> Análisis SIMPER entre invierno y primavera.....	61
<b>Tabla 4.12.</b> Análisis SIMPER entre primavera y verano.....	61
<b>Tabla 4.13.</b> Correlaciones entre las variables y 1 <sup>ros</sup> cuatro componentes principales.....	63
<b>Tabla 4.14.</b> Matriz de correlación de Spearman.....	64
<b>Tabla 5.1.</b> Resultados del test $\chi^2$ .....	80

## **Diversidad y estructura de las comunidades macrobentónicas de dos playas de arena del sur de Buenos Aires**

### **Resumen**

Las playas de arena constituyen ambientes muy dinámicos, por lo cual las especies características de estos ecosistemas despliegan un *set* de adaptaciones fisiológicas, anatómicas y comportamentales para enfrentar dichos cambios. La interacción entre el régimen de mareas, la energía de las olas, la pendiente y el sedimento determinan la morfodinámica de la playa, la cual influye sobre los parámetros biológicos de las comunidades bentónicas; a su vez las interacciones biológicas pueden ser tan importantes como la morfodinámica en la estructuración de las playas. Este trabajo tiene por finalidad describir las especies macrobentónicas intermareales y de la zona del *surf* de las playas de arena de Pehuen-Có y Monte Hermoso así como también conocer los patrones espaciales y temporales que regulan los ensambles macrobentónicos, para establecer las principales interacciones entre las especies y su ambiente. En cada uno de los sitios estudiados se llevaron a cabo muestreos estacionales físicos y biológicos abarcando desde la línea de marea alta hasta la zona del *surf*. Se registró en la zona estudiada una comunidad diversa caracterizada principalmente por crustáceos, moluscos y poliquetos. Algunas especies estuvieron presentes regularmente a lo largo de todo el período de muestreo: la almeja amarilla *Mesodesma mactroides*, el poliqueto *Lepidasthenia* sp., el cangrejo *Austinixa patagoniensis*, el isópodo *Leptoserolis bonaerensis* y el misidáceo *Pseudobranchiomysis arenae*, el cual es descrito en este trabajo como un nuevo género-nueva especie. La diversidad, riqueza, abundancia y biomasa de la comunidad variaron entre sitios de muestreo poniendo en evidencia el efecto del estado morfodinámico de las playas, así como también la influencia del Estuario de Bahía Blanca sobre los ensambles macrobentónicos. A su vez, se observó una ordenación de los organismos en bandas a lo ancho del intermareal. El nivel de la marea y el gradiente granulométrico son factores clave en la distribución irregular y en la posición relativa de la fauna a través de la playa. Los patrones espaciales y temporales se pueden ver enmascarados por eventos puntuales impredecibles como las mortandades masivas, la aparición de especies no residentes y la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos.

## **Diversity and structure of macrobenthic communities at two sandy beaches in the south of Buenos Aires province**

### **Abstract**

Sandy beaches constitute highly dynamic environments and the typical species of these ecosystems therefore display a set of physiological, anatomical and behavioral adaptations to deal with the changes. The interaction between tidal regimes, wave energy, slopes and sediment properties determines the morphodynamic state of the beaches, which in turn influences the biological parameters of benthic communities. Biological interactions may play an equally important role in structuring beaches. This study describes the intertidal and surf zone macrobenthic communities of Pehuén-Có and Monte Hermoso sandy beaches and determines the spatial and temporal patterns governing these macrobenthic assemblages, establishing the main interactions between species and their environment. In each study site, physical and biological seasonal samplings were carried out, ranging from the high tide line to the surf zone. A diverse community was recorded in the study area characterized mainly by crustaceans, molluscs and polychaetes. Some species were present regularly throughout the entire sampling period: the yellow clam *Mesodesma mactroides*, the polychaete *Lepidasthenia* sp, the crab *Austinixa patagoniensis*, the isopod *Leptoserolis bonaerensis* and the mysid *Pseudobranchiomysis arenae*, described in this work as a new genus, new species. Diversity, richness, abundance and biomass of the community varied between sampling sites, highlighting the effect of the morphodynamic state of the beaches and the influence of Bahía Blanca Estuary on macrobenthic assemblages. An ordering of organisms in bands across the intertidal zone was observed. Tide level and granulometric gradient are key factors in the irregular distribution and relative position of the fauna on the beach. Spatial and temporal patterns can be masked by unpredictable events such as specific mass mortality, the presence of non-resident species and the occurrence of extreme weather conditions.



# 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1.1. La playa

Las playas de arena son ecosistemas que comprenden aproximadamente el 60% de las costas de la Tierra (Bird 1996), presentan un alto valor intrínseco y proporcionan muchos bienes y servicios ecológicos para los seres humanos (McLachlan & Brown 2006, Schlacher *et al.* 2007, Defeo *et al.* 2009) tales como la filtración de grandes volúmenes de agua de mar no cubiertos por ningún otro ecosistema, el reciclado de nutrientes (McLachlan *et al.* 1985, McLachlan 1989, Kotwicki *et al.* 2005), el sustento de pesquerías costeras (McLachlan *et al.* 1996) y la provisión de hábitat crítico (zona de alimentación y cría) para numerosas especies, algunas de ellas en peligro de extinción (Burger 1991, Rumbold *et al.* 2001).

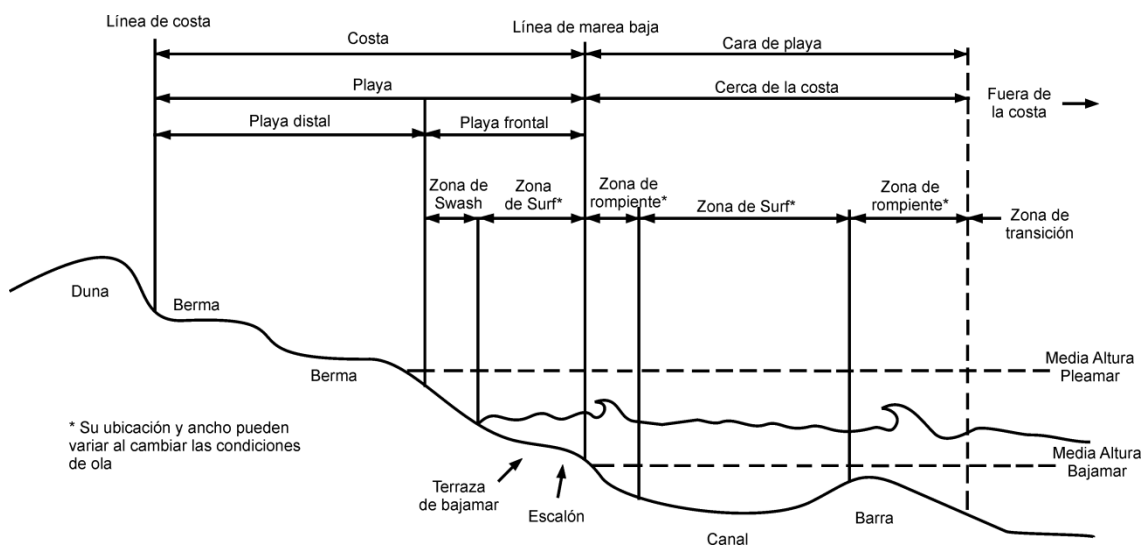
Las playas están estrechamente vinculadas con las zonas de dunas costeras a través del almacenamiento, el transporte y el intercambio de arena (Schlacher *et al.* 2008). A su vez, presentan vínculos importantes con ecosistemas adyacentes, especialmente con los estuarios en términos de sedimento, intercambio de materia orgánica y nutrientes (Schoeman & Richardson 2002, Sherman *et al.* 2002). Las playas de arena son ambientes dinámicos, con una gran variabilidad tanto espacial como temporal, por lo que las especies características de estos ecosistemas despliegan un conjunto de adaptaciones fisiológicas, anatómicas y comportamentales para enfrentar dichos cambios (McLachlan & Brown 2006, James & Fairweather 1996, Defeo & McLachlan 2005).

La estructura de la comunidad macrobentónica en playas de arena oceánicas expuestas es espacialmente muy variable en dos dimensiones: a lo largo de la playa (en paralelo a la costa/*along-shore*) y a lo ancho de la playa (perpendicular a la costa/*across-*

*shore*). A escala local, la variación espacial es más pronunciada, sin embargo es menos predecible a lo largo de la costa (Schlacher *et al.* 2008).

Las grandes divisiones de la zona litoral de la playa (Fig. 1.1) han sido definidas de la siguiente manera (Komar 1976, Morang & Parson 2002):

- Playa distal: Área de la costa por encima del nivel de marea alta normal.
- Playa frontal: Área de la costa entre el nivel de marea baja y el nivel de marea alta normales.
- Cara de playa: Zona de la playa expuesta a las olas.
- Zona de rompiente (*breaker zone*): Cinturón de ancho variable en el cual las olas entrantes se vuelven inestables y rompen.
- Zona de deslizamiento (*surf zone*): Zona comprendida entre la zona de rompiente y la zona de lavado, formada por olas que se trasladan de forma turbulenta luego de la ola que rompe inicialmente.
- Zona de lavado (*swash zone*): Cinturón de mayor pendiente, expuesto al lavado, que se extiende entre el límite superior de marea alta y el límite inferior de marea baja.



**Figura 1.1.** Perfil de playa: zonas y características morfológicas (adaptado de Morang & Parson 2002).

## 1.2. Morfodinámica

La interacción entre el régimen de mareas, la energía de las olas y el sedimento determinan la morfología de la playa, así como también los patrones de circulación (Wright & Short 1984, Masselink & Short 1993). Esta interacción ha sido llamada morfodinámica (Carter 1988). Existe un rango de tipos morfodinámicos desde playas reflectivas micromareales a playas disipativas macromareales (Wright & Short 1984, Short 1996). Las playas reflectivas se encuentran en un extremo de baja energía de la ola (olas pequeñas con largos períodos) y arena gruesa, donde la zona del *surf* es estrecha o inexistente y las olas rompen directamente sobre la cara de la playa, “reflejando” su energía de vuelta al mar. Las playas disipativas presentan olas de gran energía (olas grandes con períodos cortos) y arena fina, presentan una zona del *surf* ancha, en la cual las olas "disipan" gran parte de su energía. Una serie de estados intermedios son reconocidos entre los extremos anteriores, estos pueden variar de alta a baja energía de ola y arena de fina a gruesa (Wright & Short 1984).

El movimiento del agua sobre la playa, después de que una ola rompe y colapsa sobre la arena, se denomina *swash* (McArdle & McLachlan 1991, 1992). El clima de *swash* incluye período de *swash*, velocidad, turbulencia y movimiento de agua sobre la playa frontal. En las playas reflectivas, las olas que rompen directamente en la playa frontal generando climas de *swash* más severos, es decir, períodos cortos, dinámicos y turbulentos, y el agua drena rápidamente en la arena gruesa. Por el contrario, las playas disipativas tienen un clima de *swash* más benigno, donde gran parte de la energía de las olas se consume en la zona del *surf*, los períodos que llegan a la playa frontal tienden a ser más largos, menos turbulentos y hay poco drenaje en la arena fina (McLachlan & Turner 1994, Defeo & McLachlan 2005).

En base a esta clasificación, una serie de modelos han sido desarrollados, los cuales indican que, en las playas arenosas, las comunidades intermareales y sus atributos están correlacionados con los parámetros físicos del medio ambiente. La Hipótesis Autoecológica (Noy-Meir 1979) establece que en los ambientes físicamente controlados, donde las interacciones biológicas son mínimas, las comunidades están estructuradas por la respuesta independiente e individual de cada especie al ambiente.

Estudios sobre una amplia gama de tipos de playa y áreas geográficas indican que las comunidades intermareales incrementan en riqueza, densidad y abundancia total de playas reflectivas hacia playas disipativas (McLachlan 1990, McLachlan *et al.* 1993, McLachlan *et al.* 1996). La "Hipótesis de Exclusión de *Swash*" explica estos patrones, en el contexto de la Hipótesis Autoecológica, indicando una pérdida gradual de especies desde playas disipativas hacia playas reflectivas, donde sólo las especies que viven fuera de la zona de *swash* se mantendrían (McArdle & McLachlan 1991, 1992, McLachlan *et al.* 1995, McLachlan 2001). Las playas disipativas presentan una comunidad diversa y abundante como resultado de una zona de *swash* más benigna, lo que ofrece a los organismos más tiempo para alimentarse y moverse. Por el contrario, las playas reflectivas presentan menos especies adaptadas a las condiciones más severas de períodos cortos y rápidos de *swash*, los cuales proporcionan menos tiempo de alimentación y movimiento.

A pesar de la importancia del estado morfodinámico de las playas sobre las comunidades macrobentónicas, tanto de la zona intermareal (Jaramillo & McLachlan 1993, Hacking 1998, McLachlan *et al.* 1998, Brown 2001, McLachlan 2001, de la Huz & Lastra 2008) como de la zona del *surf* (Borzzone *et al.* 1996); se ha argumentado que en algunos casos, los procesos denso-dependientes, las relaciones *stock*-reclutamiento, la competencia interespecífica adulto-juvenil y la competencia intraespecífica pueden ser

tan importantes como la morfodinámica en la estructuración de las comunidades de las playas (Defeo 1996, Soares *et al.* 1996, Cardoso & Veloso 2003, Soares 2003).

### **1.3. Playas en Argentina**

El conocimiento científico sobre las playas de arena en la República Argentina es escaso, en contrapartida con el desarrollo cada vez más acelerado de estos sectores como centros recreativos y turísticos. En relación a las comunidades macrobentónicas intermareales y de aguas someras de playas de arena se citan los trabajos de Escofet (1983), Ferrando *et al.* (2010) y Mendez *et al.* (2010). En particular, para el sitio propuesto como área de estudio, existen pocos antecedentes acerca de la composición de especies; una caracterización preliminar de la macrofauna intermareal, incluyendo la zona de del *surf*, describe el conjunto de especies y compara la fauna entre los 29° y 43°S en aguas del Atlántico (Escofet *et al.* 1979). Otros antecedentes, que también incluyen el area litoral de la zona de estudio, son estudios poblacionales del bivalvo intermareal *Mesodesma mactroides* (Olivier & Penchaszadeh 1968 a, b, Olivier *et al.* 1971, Bastida *et al.* 1991, Fiori 1996 a, b, 1997, 2002, Fiori & Cazzaniga 1999, Fiori *et al.* 2004, Fiori & Defeo 2006). También para el sitio de estudio, en particular para la playa de Monte Hermoso, se estudió la composición de especies y la estructura de las comunidades bentónicas en la franja submareal (Bremec & Cazzaniga 1984, Bremec 1986, 1992, Elías *et al.* 2007).

#### **1.4. Objetivo general de la tesis**

Esta tesis tiene por finalidad describir las especies macrobentónicas intermareales y submareales someras (zona de *surf*) del sector de playas de arena comprendido entre las localidades de Pehuen-Có y Monte Hermoso así como también conocer los patrones espaciales y temporales que regulan los ensambles macrobentónicos. Con esta información se pretende establecer las principales interacciones entre las especies y su ambiente característico.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

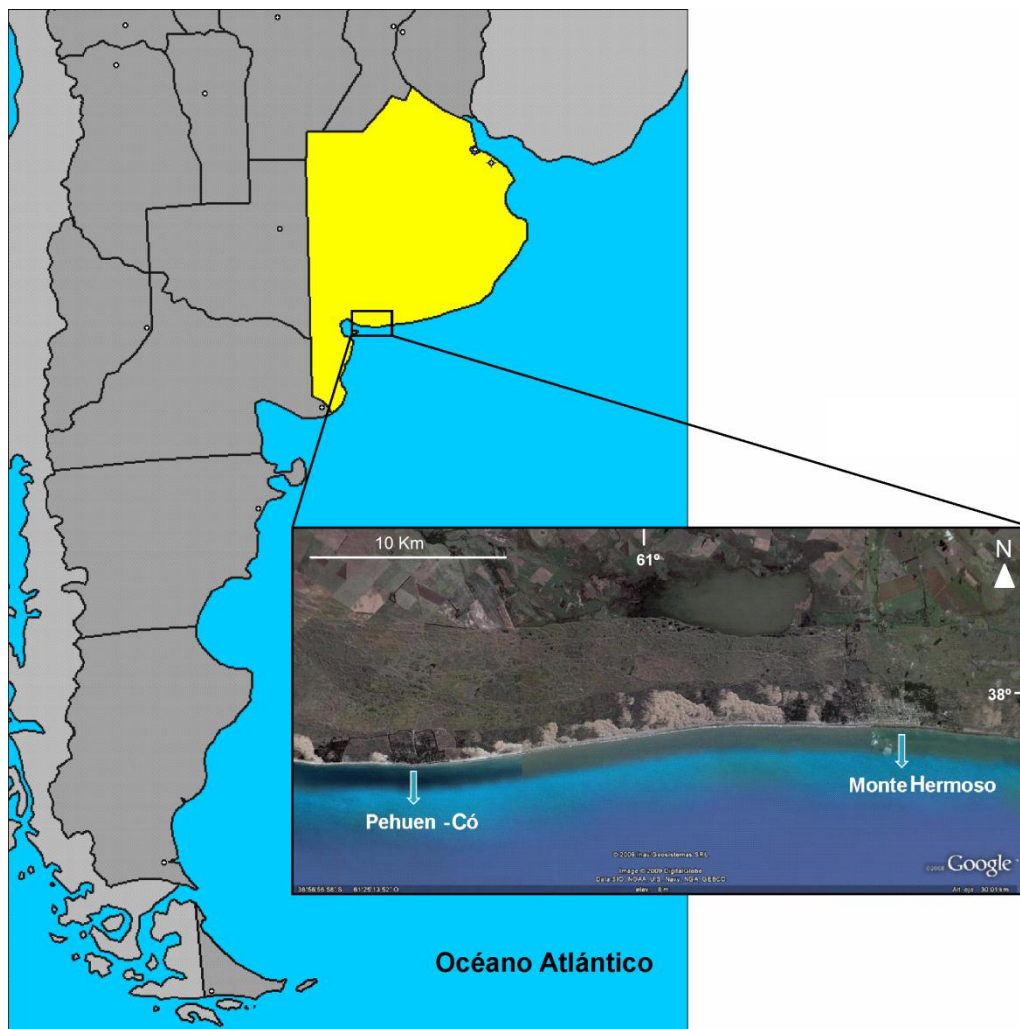
### 2.1. Área de estudio

La región sur de la provincia de Buenos Aires presenta una costa recta y abierta con una orientación este-oeste. Dos playas arenosas expuestas han sido estudiadas: Pehuen-Có (39°00'S, 61°37'O) y Monte Hermoso (38°59'S, 61°06'O) (Fig. 2.1); estas playas se encuentran apoyadas sobre un campo de médanos costeros y acantilados de edad Pleistocena; presentan un régimen mesomareal con mareas semidiurnas y los rangos de amplitud promedio varían entre 2,32 y 3,35 m (SHN 2009) y están localizadas a 80 y 100 km del Estuario de Bahía Blanca, respectivamente.

La provincia de Buenos Aires presenta un clima templado, caracterizado por veranos cálidos e inviernos fríos. Las temperaturas promedio oscilan entre 14 y 20°C y la precipitación media anual es de 650 mm (Carbone 2003, Campo de Ferreras *et al.* 2004). Las direcciones de los vientos predominantes son del N, NO, and NE, mientras que los vientos más fuertes provienen del S, SE y SO. Hay un importante fenómeno regional costero llamado sudestada que se caracteriza por fuertes vientos provenientes del SE de más de 35 km/h, lluvias persistentes y temperaturas relativamente bajas (Campo de Ferreras *et al.* 2004).

El sector estudiado reúne características singulares cuyo valor se manifiesta desde diferentes aspectos, tanto ecológicos como geológicos, paleontológicos y arqueológicos. Sobre las plataformas de abrasión que quedan expuestas temporalmente, han sido hallados importantes yacimientos paleontológicos y arqueológicos. A fin de proteger este patrimonio, fue declarada recientemente, mediante Ley Provincial N° 13394, la creación de la Reserva Geológica, Paleontológica y Arqueológica Provincial “Pehuen-Có - Monte

Hermoso”. Investigaciones científicas remarcan el valor de estas plataformas de abrasión que afloran en las costas como hábitat para aves marinas y playeras entre las que se registran chorlos, playeros, gaviotas, gaviotines y ostreros (Blanco *et al.* 2001, Monserrat & Celsi 2006). La biodiversidad que estos ambientes aún poseen, se debe en parte a que todavía no se encuentran fragmentados ni deteriorados por obras y actividades humanas. Las actividades económicas más importantes en estas playas son el turismo y la pesca artesanal (Vaquero *et al.* 2004, Huamantínco Cisneros *et al.* 2010).



**Figura 2.1.** Área de estudio mostrando la ubicación de las localidades de Monte Hermoso y Pehuen-Có.



El área de estudio abarca un frente costero de 32 km entre las localidades de Pehuen-Có y Monte Hermoso. Los muestreos se llevaron a cabo en cuatro sitios denominados: Bosque Encantado, Punta Mingo, Espigón Oeste y Faro Recalada (Tabla 2.1, Fig. 2.2), abarcando desde la zona del *surf* hasta la zona intermareal superior (Fig. 1.1)

#### 2.1.1. Monte Hermoso

La ciudad balnearia de Monte Hermoso (Lámina I) se encuentra entre Punta Sauce (14 km al E) y la localidad balnearia de Pehuen-Có (29 km al O). La playa está respaldada por médanos frontales con un ancho que varía entre 5 y 8 km., que en algunas zonas están parcialmente fijados por vegetación y en otras fueron remplazados por la urbanización. El ancho promedio de la playa alcanza valores cercanos a los 270 m con una pendiente de aproximadamente 2° (Fernández *et al.* 2003). Las mareas son mesomareales con régimen de tipo semidiurno; la altura media de pleamar es de 3,09 m y la media en bajamar es de 0,8 m (SHN 2009).

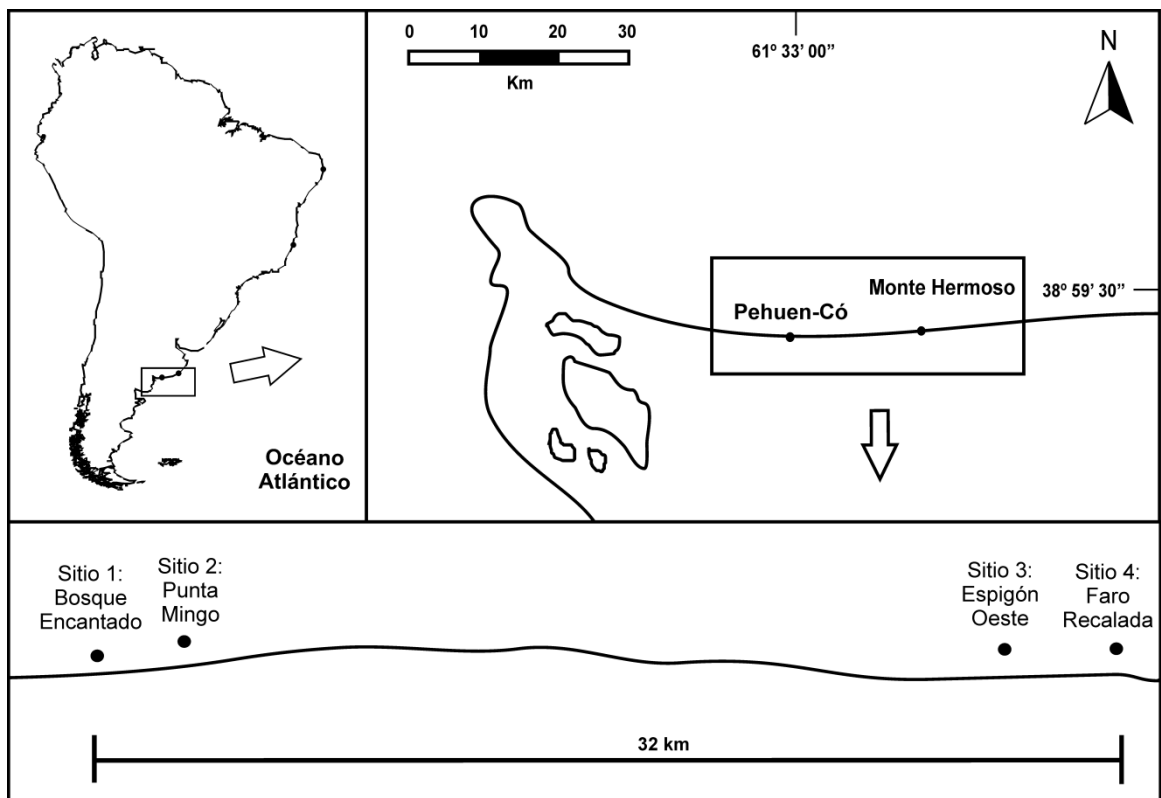
#### 2.1.2. Pehuen-Có

La localidad de Pehuen-Có (Lámina II) se ubica al sudoeste de la provincia de Buenos Aires. La costa es baja y arenosa con un ancho promedio de playa de 143 m, enmarcada por una línea de médanos de aproximadamente 6 km de ancho medio. En los sectores más alejados de la costa, los médanos son de menor altura y se encuentran cubiertos de vegetación. En proximidad de la costa son más altos, vegetados y no vegetados. Las mareas son mesomareales con régimen de tipo semidiurno; la altura media de pleamar es de 3,12 m y la media de bajamar de 0,76 m (SHN 2009). Los vientos predominantes son

del N y NW (Capelli de Steffens & Campo de Ferreras 1994), soplando con mayor intensidad en los meses de primavera y verano, principalmente en diciembre y enero. Su velocidad media varía entre 7 a 25 km/h (Bustos *et al.* 2008, 2011).

**Tabla 2.1.** Sitios de muestreo

Playa	Sitio	Denominación	Latitud	Longitud
Pehuen-Có	Bosque Encantado	Sitio 1	39° 00'	61° 36'
Pehuen-Có	Punta Mingo	Sitio 2	39° 00'	61° 33'
Monte Hermoso	Espigón Oeste	Sitio 3	38° 59'	61° 18'
Monte Hermoso	Faro Recalada	Sitio 4	38° 59'	61° 15'



**Figura 2.2.** Área de estudio mostrando la ubicación de los sitios muestreados a largo de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có.



Lámina I. Playa de Monte Hermoso



Lámina II. Playa de Pehuen-Có.

## 2.2. Diseño de muestreo biológico

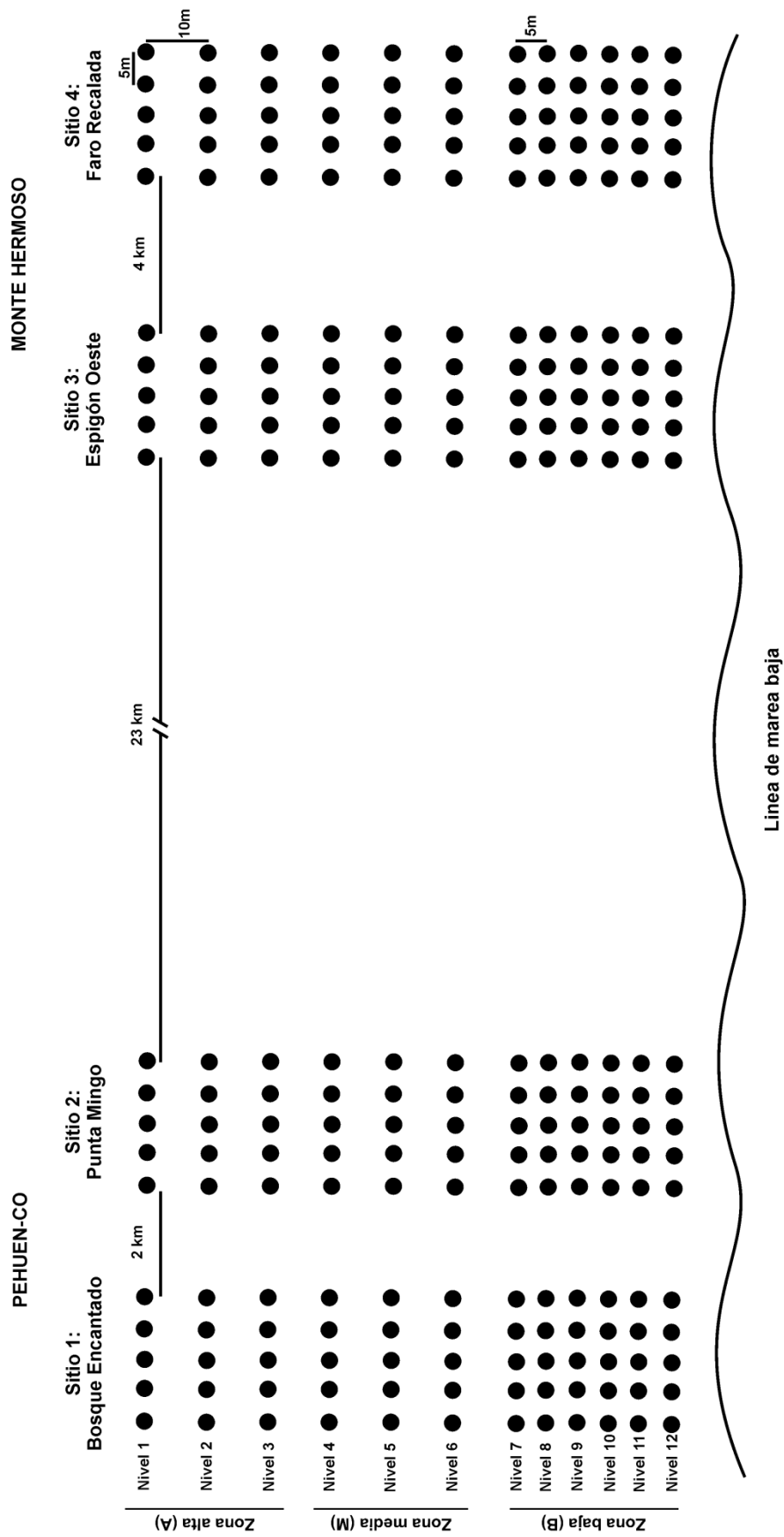
### 2.2.1. Zona del *surf*

En dos de los sitios propuestos: sitio 2 (Pehuen-Có) y sitio 3 (Monte Hermoso), se realizaron muestreos en la zona del *surf*. En cada sitio fueron tomadas, estacionalmente, tres muestras con rastra biológica de 8 cm x 30 cm marco y 1 mm de tamaño de malla (Hamerlynck & Mees, 1991). La rastra colecta la macrofauna epibentónica (presente sobre la superficie del sedimento) y la endobentónica (presente a una profundidad aproximada de 10 cm). El muestreo se llevó a cabo en aguas poco profundas de la zona del *surf* (1 m de profundidad) durante el día, en marea baja (McLachlan & Brown 2006). La rastra fue remolcada a mano por una persona, de forma paralela a la línea costera durante cinco minutos. Las muestras fueron preservadas en formaldehído 4% y posteriormente analizadas en el laboratorio (Lámina III).

### 2.2.2. Zona intermareal

En cada uno de los cuatro sitios de estudio propuestos fueron establecidas cinco transectas, 5 m equidistantes una de otra, perpendiculares a la línea de marea y extendidas desde la zona intermareal superior hasta la zona intermareal inferior (zona de *swash*) durante el día, en marea baja. Cada transecta fue dividida en niveles, ubicados cada 10 metros en el intermareal medio y superior, y cada cinco metros en el intermareal inferior (Fig. 2.3). La menor distancia entre los niveles en las partes más bajas del intermareal se debe al mayor número de especies y organismos que tienden a concentrarse en esta área (Gianuca 1983, Degraer *et al.* 2003). En cada nivel, se colectaron 5 muestras (una muestra por transecta) con un cilindro plástico de 16 cm de diámetro (0,02 m<sup>2</sup>) (doce

muestras de 16 cm de diámetro componen 0,24 m<sup>2</sup>, lo cual es cercano al estándar útil en playas de arena) y 40 cm de profundidad, el cual sirve para tomar la muestra a una profundidad mínima de 25 cm; las muestras así obtenidas se tamizaron en la playa a través de una malla de 1 mm abertura, recomendada para muestrear la comunidad macrobentónica (Schlacher *et al.* 2008). El material retenido fue preservado en formaldehído 4% y posteriormente analizado en el laboratorio (Lámina IV). Con el objeto de llevar a cabo posteriores análisis, los niveles (1-12) fueron agrupados en zonas: zona alta (A): niveles 1 - 3; zona media (M): niveles 4 - 6; zona baja (B): niveles 7 - 12.



**Figura 2.3.** Esquema del diseño de muestreo biológico en transectas realizado en la zona intermareal.



Lámina III. Muestreo biológico en la zona del *surf*. A. y B. muestreador: rastra biológica, C. toma de la muestra.





Lámina IV. Muestreo biológico en la zona intermareal. A. muestreador, B. toma de la muestra, C. muestra obtenida, D. muestra luego del tamizado en agua de mar, E. examinación de la muestra en busca de material biológico, F. ejemplar encontrado en la muestra, G. intermareal luego del muestreo en transectas (vista paralela a la costa), H. intermareal luego del muestreo en transectas (vista perpendicular a la costa).

### 2.3. Caracterización del ambiente físico

Para caracterizar el estado morfodinámico de los sectores específicos de muestreo, en simultáneo con las muestras biológicas se tomaron muestras de sedimento con un cilindro plástico de 10 cm de diámetro y 40 cm de profundidad. En la zona del *surf* se tomaron dos muestras de sedimento en cada ocasión, mientras que en la zona intermareal se tomaron dos muestras de sedimento por zona (A, M y B) en cada ocasión. La altura de la ola se estimó a través de la medición de la altura de la rompiente con una vara graduada contra el horizonte y el período se tomó como el intervalo de tiempo entre las rompientes (Emery 1961). Además, en cada sector se midió la temperatura, la salinidad y la turbidez con un instrumento de medición simultánea (Horiba U-10). En el laboratorio, las muestras de sedimento fueron lavadas, secadas en estufa a 100°C, homogeneizadas manualmente y pesadas. Posteriormente se tamizaron usando las técnicas de agitación mecánica tradicional. Se empleó una serie de diez tamices Estándar Tyler de tamaño de malla decreciente (abertura en mm: 1 - 0,707 - 0,500 - 0,354 - 0,250 - 0,177 - 0,125 - 0,088 - 0,063 - <0,063) correspondientes a los tamaños entre 0 y 4 grados phi ( $\phi$ ) en la escala Wentworth (Tabla 2.2). En esta escala los valores usados son los logaritmos negativos en base 2 del tamaño de la partícula en milímetros. Con el peso del material retenido en cada tamiz, se construyeron los histogramas de distribución de tamaños de partículas en porcentaje.

**Tabla 2.2.** Correspondencia entre la escala granulométrica propuesta por Wentworth (1922), las unidades en grado  $\phi$  y el tamaño de grano de las partículas en milímetros.

	Unidades $\phi$	Tamaño (mm)
Muy Gruesa	-1 a 0	2 a 1
Gruesa	0 a 1	1 a 0,5
Media	1 a 2	0,5 a 0,25
Fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Muy Fina	3 a 4	0,125 a 0,062

Para el análisis estadístico de las muestras se emplearon las fórmulas propuestas por Folk & Ward (1957). Se calcularon el tamaño de grano promedio ( $\mu$ ) de las partículas en la muestra en grados  $\phi$  (Ecuación 1); el desvío estándar ( $\sigma$ ) (Ecuación 2, Tabla 2.3), que expresa el grado de selección de los sedimentos, indicando la forma en que se distribuyen los granos de arena alrededor del valor central; la kurtosis ( $k$ ) (Ecuación 3, Tabla 2.4) es una comparación entre la dispersión de la parte central y la dispersión de los extremos de la curva de frecuencia; y por último la asimetría ( $s$ ) (Ecuación 4, Tabla 2.5), que indica cuáles son las mixturas predominantes, es decir, valores positivos indican que la cola de la distribución de frecuencia de granos de arena se halla del lado de los finos, mientras que valores negativos indican que la cola se halla del lado de los gruesos.

Fórmulas propuestas por Folk & Ward (1957):

$$\mu = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})/3 \quad (1)$$

$$\sigma = (\phi_{84} - \phi_{16})/4 + (\phi_{84} - \phi_{16})/6,6 \quad (2)$$

$$k = (\phi_{95} + \phi_5) / 2,44(\phi_{75} - \phi_{25}) \quad (3)$$

$$s = [(\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{84} + \phi_{16})] + [(\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{95} + \phi_5)] \quad (4)$$

donde  $\phi_i$  es la abertura de malla que retiene los sedimentos de la muestra.

**Tabla 2.3.** Nomenclatura para los valores de selección en grados  $\varphi$  (McManus 1988).

SELECCIÓN	Unidades $\varphi$
Muy bien seleccionado	< 0,35
Bien Seleccionado	0,35 – 0,5
Moderadamente Seleccionado	0,5 – 1
Pobremente Seleccionado	1 – 4
Mal Seleccionado	> 4

**Tabla 2.4.** Nomenclatura para los valores de kurtosis en grados  $\varphi$  (McManus 1988).

KURTOSIS	Unidades $\varphi$
Muy Platicúrtico	< 0,67
Platicúrtico	0,67 – 0,9
Mesocúrtico	0,9 – 1,11
Leptocúrtico	1,11 – 1,5
Muy Leptocúrtico	1,5 – 3

**Tabla 2.5.** Nomenclatura para los valores de asimetría en grados  $\varphi$  (McManus 1988).

ASIMETRÍA	Unidades $\varphi$
Asimetría muy positiva	0,3 a 1
Asimetría positiva	0,1 a 0,3
Simétrica	0,1 a - 0,1
Asimetría negativa	- 0,1 a -0,3
Asimetría muy negativa	- 0,3 a -1

Si bien estas playas son consideradas disipativas, su estado morfodinámico no ha sido caracterizado. Para llevar a cabo esta caracterización se empleó el índice de Dean o de "velocidad de caída adimensional" (Wright & Short 1984), una medida de cuán disipativa o reflectiva es una playa, definido como:

$$\Omega = H_b / W_s T,$$

donde  $H_b$  es la altura de la ola en la zona del *surf* (m),

$W_s$  es la velocidad de caída de la partícula de arena ( $\text{m s}^{-1}$ ) y

$T$  es el período de la ola (s).

Los valores de  $\Omega < 2$  representan playas reflectivas; los valores de  $\Omega > 5$  representan playas disipativas y valores entre  $2 < \Omega < 5$  caracterizan playas intermedias (Short 1996). Esencialmente,  $\Omega$  es una medida de la capacidad de la energía de la ola para erosionar la arena (Defeo & McLachlan 2005).

#### **2.4. Determinación y análisis de las muestras biológicas**

Los organismos colectados fueron analizados cualitativamente y cuantitativamente bajo microscopio estereoscópico (Nikon SMZ 1500) y pesados (peso húmedo) con balanza de precisión ( $\pm 0,001\text{g}$ ). Las especies fueron identificadas utilizando literatura adecuada (e.g. Bastida & Torti 1969, 1970, 1973, Banse & Hobson 1974, Boschi 1964, Boschi *et al.* 1992, Castellanos 1967, 1988, 1989, 1990a, 1990b, Poore *et al.* 2009, Orensanz 1974, Fauchald 1977, Hobson & Banse 1981) y procurando alcanzar el menor nivel taxonómico posible.

## 2.5. Análisis estadístico

Para cada una de las especies se calcularon porcentajes de Presencia (%P) y Dominancia (%D) (Bouderesque 1971). Con el fin de estimar la diversidad de los sitios de estudio durante el período de muestreo, la riqueza de especies fue calculada con el índice de Margalef (d) (Margalef 1977), la equitatividad se midió a través del índice de Pielou (J') (Pielou 1969) y la diversidad se estimó a través de índice de Shannon-Wiener (H') (Shannon & Weaver 1949). Los índices fueron calculados con el paquete estadístico PRIMER-E® 6 (Clarke & Gorley 2006).

### 2.5.1. Análisis univariado

Las comparaciones de medias fueron realizadas través de Análisis de Varianza (ANOVA), luego de chequear los supuestos de normalidad y homoscedasticidad (Levene 1960, Shapiro & Wilk 1965, Conover *et al.* 1981), seguido del test LSD de Fisher. En caso de no cumplirse los supuestos para el ANOVA, los datos fueron transformados mediante  $\log_{10}(X+1)$  (Clarke & Warwick 1994). En caso de rechazar los supuestos aún luego de aplicar las transformaciones adecuadas, los datos fueron confrontados a través de un test no paramétrico Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis 1952) y el método de Comparación Múltiple (Conover 1980). Se trabajó con un nivel de significación  $p < 0,05$ . El *software* estadístico utilizado fue INFOSTAT® (versión libre 2013, <http://www.infostat.com.ar>).

### 2.5.2. Análisis multivariado

El análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) fue utilizado para representar la comunidad bajo estudio. La técnica se basa en una matriz triangular obtenida a partir de la utilización del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos transformados mediante  $\log_{10}(X+1)$ , con el objetivo de aumentar la contribución de los taxones menos abundantes (Clarke & Warwick 1994). Las abundancias de las especies fueron comparadas entre sitios de muestreo y entre estaciones del año. Las diferencias entre los grupos debido a la presencia de los organismos bentónicos fueron evaluadas con un análisis de similitud de una vía (ANOSIM), a un nivel de significación de  $p < 0,05$  y un estadístico  $R > 0,5$ . Un análisis de porcentajes de similitud (SIMPER) fue utilizado para determinar los organismos que contribuyen en mayor medida a las diferencias observadas. La rutina BIOENV fue utilizada para analizar las variables ambientales y datos biológicos. Esta rutina selecciona las variables ambientales que mejor explican el patrón comunitario, a través del análisis de correlación de Spearman ( $\rho_s$ ) mediante la maximización de la correlación de rangos entre sus respectivas matrices de similitud. Los valores cercanos a 1 representan las variables ambientales que mejor explican el patrón de la comunidad. El *software* estadístico utilizado fue PRIMER-E® 6 (Clarke & Gorley 2006). Sólo las especies con  $n > 5$  fueron incluidas en estos análisis multivariados. Los niveles del intermareal donde no se registraron especies, fueron excluidos de los análisis.

Análisis de componentes principales (ACP), a través de una matriz de correlación por rangos de Spearman, y análisis de correspondencia canónica (ACC) se llevaron a cabo con el *software* XLStat Addinsoft 2013® (Fahmy 1999). Para el ACC, las variables seleccionadas no deben estar correlacionadas significativamente ( $p < 0,05$ ). Las mismas fueron seleccionadas a través del test de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ) (Ter Braak 1986).

### **3. DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA DE LA ZONA DEL SURF**

#### **3.1. Introducción**

La zona del *surf*, o zona de deslizamiento, es el área comprendida entre la zona de rompiente y la zona de lavado (*swash zone*). Representa una zona de transición entre las dunas y el mar abierto, jugando un rol importante en el transporte de materiales y en el intercambio de materia orgánica y nutrientes con estos ambientes adyacentes (Brown & McLachlan 2002; McLachlan & Brown 2006). Este ambiente altamente productivo da lugar a una fauna diversa y heterogénea (McLachlan & Brown 2006) actuando como área de refugio, alimentación y cría (Lasiak 1981, 1986, Senta & Kinoshita 1985, Araújo Silva *et al.* 2004, Marin Jarrin *et al.* 2009).

Muchos estudios comunitarios de la zona del *surf* se han focalizado en la ictiofauna; los mismos sugieren una gran variabilidad a múltiples escalas como consecuencia de factores bióticos y abióticos (Gomes *et al.* 2003, Strydom 2003, Strydom & d'Hotman 2005, Félix-Hackradt *et al.* 2007, 2010, Gaelzer & Zalmon 2008, Sato *et al.* 2008, Marin Jarrin *et al.* 2009). Dentro de los invertebrados bentónicos, los cuales se clasifican como epibentos, hiperbentos y endobentos, basándose en su posición relativa dentro de la fracción agua/sedimento (*sensu* Mees & Jones 1997), los componentes más importantes de la zona del *surf* son los crustáceos peracáridos (Munilla *et al.* 1998),

Estudios sobre los ensamblajes macrobentónicos se han llevado a cabo alrededor del mundo (Hamerlynck & Mees 1991, Beyst *et al.* 2001a, Dominguez Granda *et al.* 2004, Janssen & Mulder 2005, Marin Jarrin & Shanks 2011); en Sudamérica, la gran mayoría se focaliza en los ensamblajes endobentónicos (Demichelli 1984, 1985a,b, Borzone *et al.*



1996, Borzone & Souza 1997, Barros *et al.* 2001, Das Neves *et al.* 2007, 2008), mientras que los epibentónicos e hiperbentónicos han recibido menos atención (Escofet *et al.* 1979, Dominguez Granda *et al.* 2004) a pesar de que representan un *link* importante en las redes tróficas locales, siendo presas clave de peces y aves en esta zona (Takahashi *et al.* 1999, Beyst *et al.* 2001b, 2002).

Investigaciones sobre los organismos macrobentónicos de la zona del *surf*, han sugerido que las variaciones en los parámetros físicos como el tamaño medio del grano de arena, la turbidez y la energía de las olas, pueden alterar la composición de los ensamblajes biológicos (Hamerlynck & Mees 1991, Mees & Jones 1997, Barros *et al.* 2001, Beyst *et al.* 2001a, Beyst *et al.* 2002, Dominguez Granda *et al.* 2004, Janssen & Mulder 2005, Das Neves *et al.* 2007, Marin Jarrin & Shanks 2011).

### 3.1.1. Hipótesis de trabajo

*Las variaciones en las características físicas de la zona del surf influyen sobre los ensambles de la comunidad macrobentónica.*

Predicción: Las playas con diferente granulometría y energía de la ola en la zona del *surf* presentarán diferencias en sus descriptores biológicos así como también en su composición faunística.

### 3.1.2. Objetivos específicos

- Identificar los organismos epibentónicos que habitan la zona del *surf* de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có,
- Analizar la variabilidad estacional y espacial dentro de los ensambles identificados,
- Correlacionar los parámetros ambientales con los datos biológicos generados.

## **3.2. Materiales y Métodos**

### 3.2.1. Trabajo de campo

La comunidad macrobentónica de la zona de *surf* fue muestreada estacionalmente durante 2009 y 2010 en los dos sitios denominados sitio 2 (Pehuen-Có) y sitio 3 (Monte Hermoso). Por detalles en relación a los sitios de muestreo y a los materiales y métodos utilizados vea la sección 2.2.1.

### 3.2.2. Análisis de los datos

#### 3.2.2.1. Análisis univariado

Se calcularon porcentajes de Presencia (%P) y Dominancia (%D) para cada especie. También se calcularon el índice de Margalef (d), el índice de Pielou (J') y el índice de Shannon-Wiener (H'). Estos índices así como también la abundancia total y las abundancias de las especies dominantes fueron graficados y comparados a través de un ANOVA de tres vías (factores: años, sitios de muestreo y estaciones del año).

#### 3.2.2.2. Análisis multivariado

Un análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) fue utilizado para representar la comunidad bajo estudio. Las abundancias de las especies fueron comparadas entre sitios de muestreo y entre estaciones del año. Las diferencias entre los grupos debido a la presencia de los organismos bentónicos fueron evaluadas con un análisis de similitud de una vía (ANOSIM). Se llevó a cabo un análisis de porcentajes de similitud (SIMPER). Con la matriz de datos ambientales (temperatura, salinidad, turbidez, pH, altura de la ola, período de la ola, tamaño del grano de arena, desvío, simetría y kurtosis) se obtuvo una matriz de similitud aplicando la distancia euclídea. El conjunto de variables ambientales y datos biológicos fueron analizados utilizando la rutina BIOENV.

### 3.3. Resultados

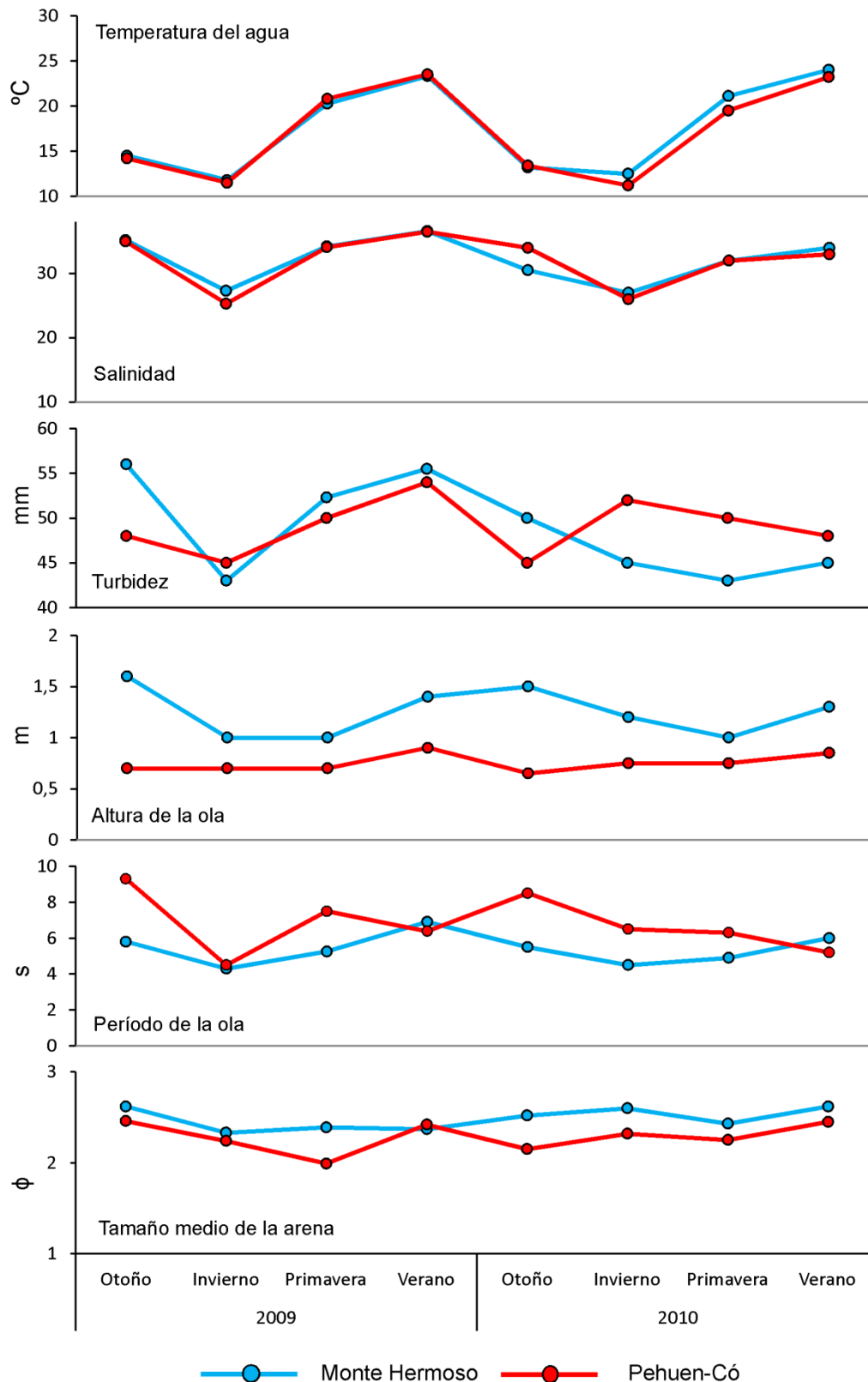
#### 3.3.1. Variables ambientales

La variación estacional de las variables seleccionadas se muestra en la Fig. 3.1. La temperatura del agua muestra un mínimo registrado en julio ( $11,5^{\circ}/11,8^{\circ}\text{C}$ ) y un máximo en enero ( $23,3^{\circ} - 23,5^{\circ}\text{C}$ ) para Monte Hermoso y Pehuen-Có respectivamente. La mínima salinidad fue registrada en julio (25 - 27) para Monte Hermoso y Pehuen-Có respectivamente y la máxima en Enero (36) para ambas playas. La altura de ola promedio fue  $1,33 \text{ m} \pm 0,25$  en Monte Hermoso y  $0,75 \text{ m} \pm 0,10$  en Pehuen-Có. El período de la ola promedio fue  $5,55 \text{ s} \pm 1,09$  en Monte Hermoso y  $6,09 \text{ s} \pm 2,02$  en Pehuen-Có. El tipo de sedimento predominante fue arena fina:  $2,44 \phi \pm 0,13$  en Monte Hermoso (100% de las muestras) y  $2,31 \phi \pm 0,16$  en Pehuen-Có (76,92% arena fina, 19,23% arena media). En general, las arenas fueron moderadamente seleccionadas y los histogramas de frecuencia fueron asimétricos negativos y de leptocúrticos a platicúrticos.

#### 3.3.2. La macrofauna

Se encontraron un total de 3714 organismos pertenecientes a 57 taxa. Los crustáceos fueron el grupo taxonómico más abundante (31 especies – 81,55%), representados por los siguientes órdenes: Amphipoda (11 especies), Isopoda (8 especies), Decapoda (8 especies), Mysidacea (2 especies), Tanaidacea (1 especie) y Cumacea (1 especie). Los moluscos incluyeron 8 especies (9,92 %), representados por Gastropoda (7 especies) y Bivalvia (1 especie). Los poliquetos estuvieron representados por 8 especies (5,20%). Otros grupos menos representados fueron también colectados: Porifera, Tunicata,

Sipuncula, Actiniaria, Octocorallia y Bryozoa, 10 taxa en total (Tabla 3.1). Las especies más comunes y abundantes fueron el isópodo *Leptoserolis bonaerensis* y el misidáceo *Pseudobranchiomysis arenae* (n. gen - n. sp., ver sección 6) (23,19 - 89,58 %D y 37,90 - 81,25 %P respectivamente). Otros invertebrados que resultaron abundantes pero infrecuentes fueron la babosa marina *Pleurobranchaea inconspicua*, el misidáceo *Arthromysis magellanica*, y el poliqueto *Polycirrus* sp. Las poblaciones de ambas especies de misidáceos: *P. arenae* y *A. magellanica* presentaron hembras ovígeras durante el final del invierno y reclutas y juveniles durante la primavera.



**Figura 3.1.** Comportamiento estacional de las variables ambientales.

**Tabla 3.1.** Dominancia y presencia de los organismos colectados en la zona del *surf*.

TAXÓN	%D	%P	TAXÓN	%D	%P
<b>Phylum Arthropoda</b>			<b>Phylum Annelida</b>		
<b>Clase Malacostraca</b>			<b>Clase Polychaeta</b>		
<b>Orden Decapoda</b>			<i>Polycirrus</i> sp.	4,48	6,25
<i>Artemesia longinaris</i>	2,09	35,42	<i>Australonuphis casamiquelorum</i>	0,71	12,50
<i>Pagurus criniticornis</i>	0,43	25,00	<i>Sabellaria nanella</i>	0,19	2,08
<i>Pachycheles laevidactylus</i>	0,33	12,50	<i>Lepidasthenia</i> sp.	0,14	10,42
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	0,22	10,42	Syllidae	0,08	4,17
<i>Blepharipoda doelloi</i>	0,11	8,33	Phyllodocidae	0,03	2,08
<i>Austinixa patagoniensis</i>	0,14	8,33	<i>Diopatra viridis</i>	0,03	2,08
<i>Libinia spinosa</i>	0,03	2,08	Polychaeta indet.	0,05	4,17
Caridea indet.	0,08	4,17	<b>Phylum Mollusca</b>		
<b>Orden Mysidacea</b>			<b>Clase Gastropoda</b>		
<i>Pseudobranchiomysis arenae</i>	37,90	81,25	<i>Pleurobranchaea inconspicua</i>	8,47	12,50
<i>Arthromysis magellanica</i>	6,98	10,42	<i>Buccinanops duartei</i>	0,11	4,17
<b>Orden Isopoda</b>			<i>Buccinanops globulosum</i>	0,65	29,17
<i>Leptoserolis bonaerensis</i>	23,19	89,58	<i>Adelomelon brasiliana</i>	0,35	2,08
<i>Idotea</i> sp.	1,38	29,17	<i>Olivancillaria orbigny</i>	0,03	2,08
<i>Chiriscus giambiagiae</i>	0,73	27,08	<i>Buccinanops moniliferum</i>	0,03	2,08
<i>Macrochiridothea robusta</i>	0,19	10,42	<i>Notocochlis isabelleana</i>	0,03	2,08
Isopoda unid.	0,08	6,25	<b>Clase Bivalvia</b>		
<i>Chaetilia argentina</i>	0,08	6,25	<i>Corbula patagónica</i>	1,09	16,67
<i>Idotea balthica</i>	0,11	6,25	<b>Phylum Porifera</b>		
<i>Sphaeroma serratum</i>	0,05	4,17	Porifera indet. 1	0,03	2,08
<b>Orden Amphipoda</b>			Porifera indet. 2	0,03	2,08
<i>Monocorophium insidiosum</i>	1,85	10,42	<b>Phylum Chordata</b>		
Phoxocephalidae	1,22	29,17	<b>Clase Ascidiacea</b>		
Amphipoda indet. 1	1,30	18,75	Ascidia indet. 1	0,02	3,84
Aoridae	1,03	6,25	Ascidia indet. 2	0,08	6,25
Ampeliscidae	0,33	12,50	<b>Phylum Sipuncula</b>		
Lysianassidae	0,05	4,17	<b>Class Sipunculidea</b>		
Liljeborgiidae	0,03	2,08	<i>Themiste petricola</i>	0,05	4,17
Amphipoda indet. 2	0,11	6,25	<b>Phylum Cnidaria</b>		
Amphipoda indet. 3	0,03	2,08	<b>Clase Anthozoa</b>		
Amphipoda indet. 4	0,03	2,08	<b>Orden Actiniaria</b>		
Caprellida indet.	0,03	2,08	Actiniaria indet.	0,05	4,17
<b>Orden Cumacea</b>			<b>Orden Octocorallia</b>		
Cumacea indet.	0,05	4,17	<i>Stylatula polyzoidea</i>	1,66	4,17
<b>Orden Tanaidacea</b>			<b>Phylum Bryozoa</b>		
Tanaidaceo indet.	0,05	4,17	Bryozoa indet. 1	0,57	43,75
			Bryozoa indet. 2	0,52	39,58
			Bryozoa indet. 3	0,30	22,92

### 3.3.3. Análisis de los datos

#### 3.3.3.1. Análisis univariado

Los valores medios y desvíos estándar de los índices de diversidad calculados para cada año, sitio de muestreo y estación del año se pueden observar en la Figura 3.2A. Para el índice de Margalef (d): se puede afirmar la existencia de interacción significativa (año x sitio x estación), mostrando variabilidad entre años: durante 2009 la riqueza fue mayor en Monte Hermoso ( $F_{(1,16)}=4,54$ ;  $p=0,04$ ), mientras que no varió entre sitios durante 2010 (Fig. 3.3). No se registraron diferencias significativas en la riqueza entre estaciones del año. A su vez, no se registraron diferencias significativas en los índices de diversidad de Shannon (H') y Pielou (J') entre años, sitios y estaciones (Tabla 3.2).

Los valores medios y desvíos estándar de la abundancia total y las abundancias de las especies dominantes, para cada año, sitio de muestreo y estación del año, se pueden observar en la Figura 3.2B. La abundancia total (N) exhibió una interacción significativa (año x sitio x estación), mostrando variabilidad entre años y estaciones: durante 2009 en Monte Hermoso se registró la mayor abundancia total ( $F_{(1,32)}=5,84$ ;  $p=0,02$ ), sin registrarse diferencias entre estaciones del año; durante 2010, la mayor abundancia se registró en Pehuen-Có durante otoño ( $F_{(1,4)}=18,09$ ;  $p=0,01$ ) e invierno ( $F_{(1,4)}=9,21$ ;  $p=0,03$ ), mientras que durante primavera y verano no se observaron diferencias entre sitios de muestreo (Fig. 3.3; Tabla 3.2).

Por último, las abundancias de las especies dominantes exhibieron una interacción significativa (años x sitios x estaciones), mostrando variabilidad entre años y estaciones. La abundancia del misidáceo *Pseudobranchiomysis arenae* fue mayor en Pehuen-Có durante 2009 ( $F_{(1,16)}=6,03$ ;  $p=0,02$ ) y 2010 ( $F_{(1,16)}=19,27$ ;  $p=0,0005$ ); durante 2009 no se

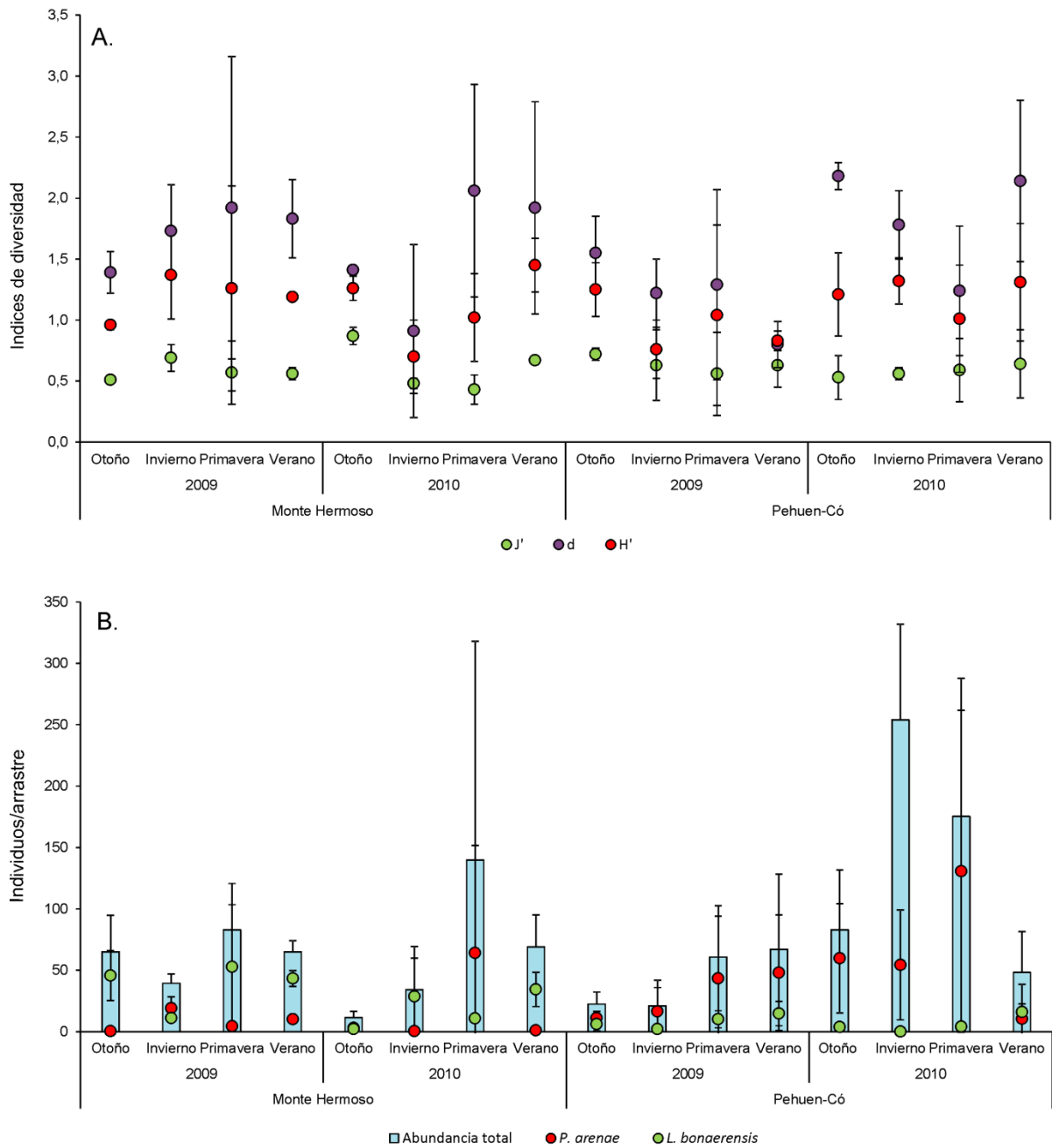


registraron diferencias entre estaciones del año, mientras que en 2010, las mayores abundancias se registraron en primavera ( $F_{(3,16)}=3,92$ ;  $p=0,02$ ). El isópodo *Leptoserolis bonaerensis* resultó mas abundante en Monte Hermoso durante 2009 ( $F_{(1,16)}=31,60$ ;  $p<0,0001$ ) y durante invierno ( $F_{(1,4)}=9,63$ ;  $p=0,03$ ) y primavera ( $F_{(1,4)}=11,34$ ;  $p=0,02$ ) de 2010. La abundancia de *P. arenae* fue mayor durante otoño, primavera y verano ( $F_{(3,16)}=5,12$ ;  $p=0,01$ ) (Fig. 3.3; Tabla 3.2).

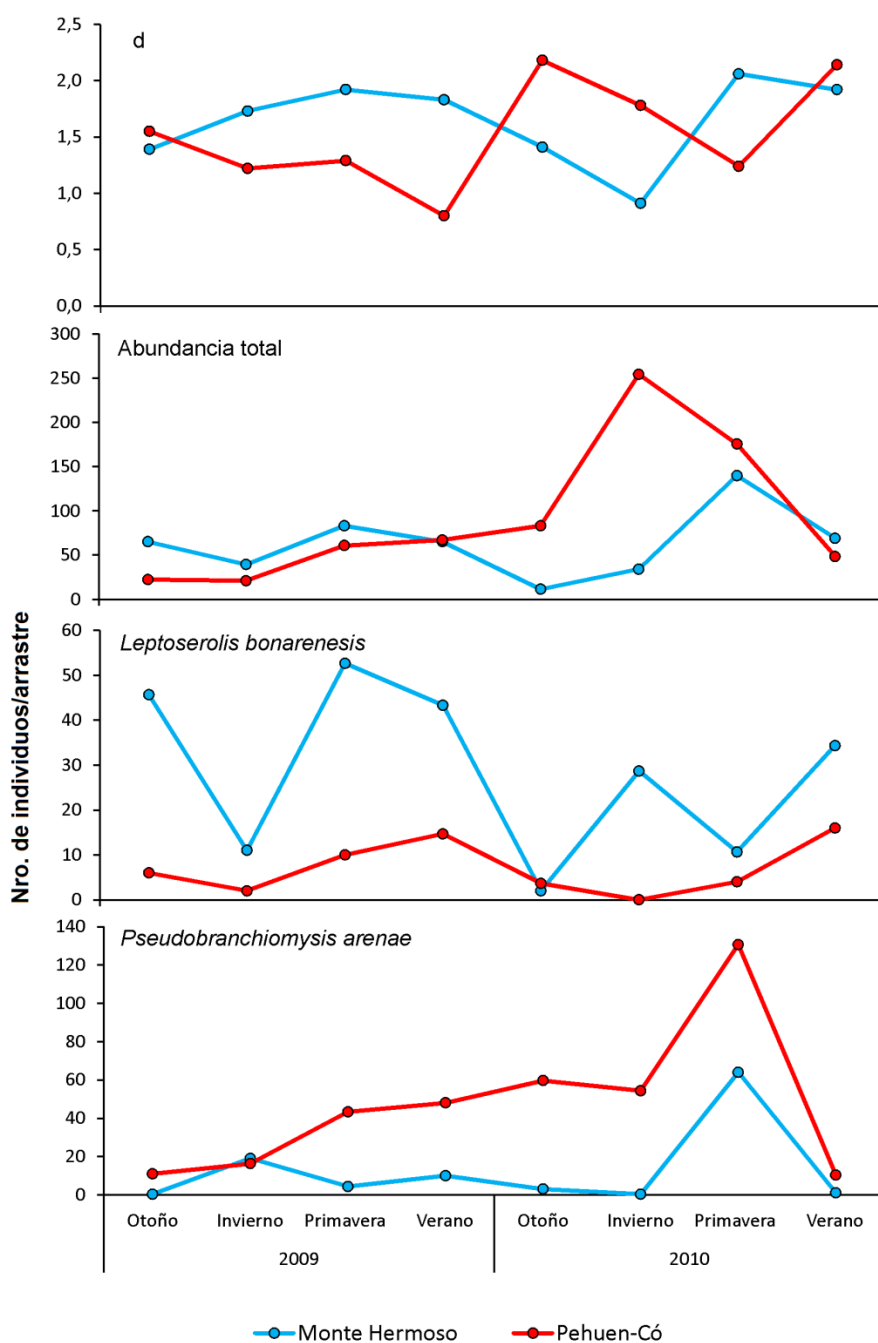
**Tabla 3.2.** Resultados del análisis de varianza de tres vías y los test DMS.

Variables	Año	Sitio	Estación	A x S	A x E	S x E	A x S x E	DMS
<b>d</b>	1,96 ns	0,51 ns	0,51 ns	5,03 *	1,19 ns	2,63 ns	1,13 ns	
2009	-	4,57 *	0,25 ns	-	-	1,14 ns	-	Mh > Pc
2010	-	1,12 ns	1,4 ns	-	-	2,56 ns	-	Mh = Pc
<b>H'</b>	0,49 ns	0,27 ns	0,45 ns	2,19 ns	1,04 ns	0,51 ns	2,21 ns	
<b>J'</b>	0,05 ns	0,06 ns	0,94 ns	0,76 ns	0,99 ns	0,28 ns	2,54 ns	
<b>N</b>	2,37 ns	0,93 ns	3,17 *	17,21 ***	1,79 ns	1,12 ns	3,34 *	
2009	-	5,84 *	2,23 ns	-	-	0,41 ns	-	Mh > Pc
2010	-	11,55 **	2,67 ns	-	-	3,63 *	-	
Otoño	-	18,09 *	-	-	-	-	-	Mh < Pc
Invierno	-	9,21 *	-	-	-	-	-	Mh < Pc
Primavera	-	0,70 ns	-	-	-	-	-	Mh = Pc
Verano	-	1,00 ns	-	-	-	-	-	Mh = Pc
<b>N P. arenae</b>	0,01 ns	24,81 ***	2,38 ns	4,02 ns	4,57 **	0,78 ns	2,41 ns	
2009	-	6,03 *	2,70 ns	-	-	2,69 ns	-	Mh < Pc
2010	-	19,27 ***	3,92 *	-	-	0,96 ns	-	Mh < Pc; P > O=I=V
<b>N L. bonaerensis</b>	13,67 ***	32,21 ***	7,69 ***	0,97 ns	1,91 ns	1,66 ns	3,90 *	
2009	-	31,60 ***	5,12 *	-	-	0,55 ns	-	Mh > Pc ; I < O=P=V
2010	-	8,47 *	4,63 *	-	-	3,98 *	-	
Otoño	-	1,05 ns	-	-	-	-	-	Mh = Pc
Invierno	-	9,63 *	-	-	-	-	-	Mh > Pc
Primavera	-	11,34 *	-	-	-	-	-	Mh > Pc
Verano	-	2,58 ns	-	-	-	-	-	Mh = Pc

Variables: d: índice de Margalef, H': índice de Shannon, J': índice de Pielou, N: abundancia total, N *P. arenae*: abundancia de *Pseudobranchiomysis arenae*, N *L. bonaerensis*: abundancia de *Leptoserolis bonaerensis*; Factores: A: año, S: sitio, E: estación.  
ns: no significativo, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ .



**Figura 3.2.** A) Valor medio y desvío estándar del índice de riqueza de Margalef (d), índice de Shannon (H') e índice de Pielou (J') para cada año, sitio de muestreo y estación del año; B) Valor medio y desvío estándar de la abundancia total y de las dos especies más abundantes.



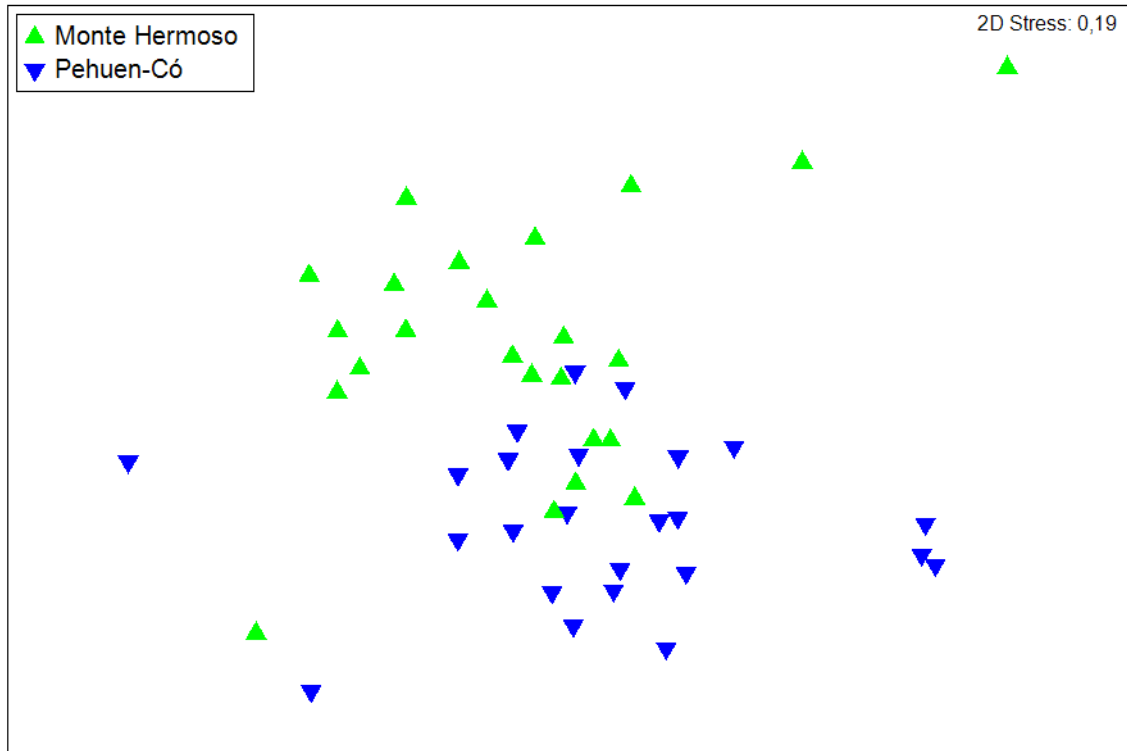
**Figura 3.3.** Variables que mostraron diferencias significativas entre sitios: índice de riqueza de Margalef (d), abundancia total y de las dos especies más abundantes para cada año, sitio de muestreo y estación del año; mostrando la existencia de interacciones.

### 3.3.3.2. Análisis multivariado

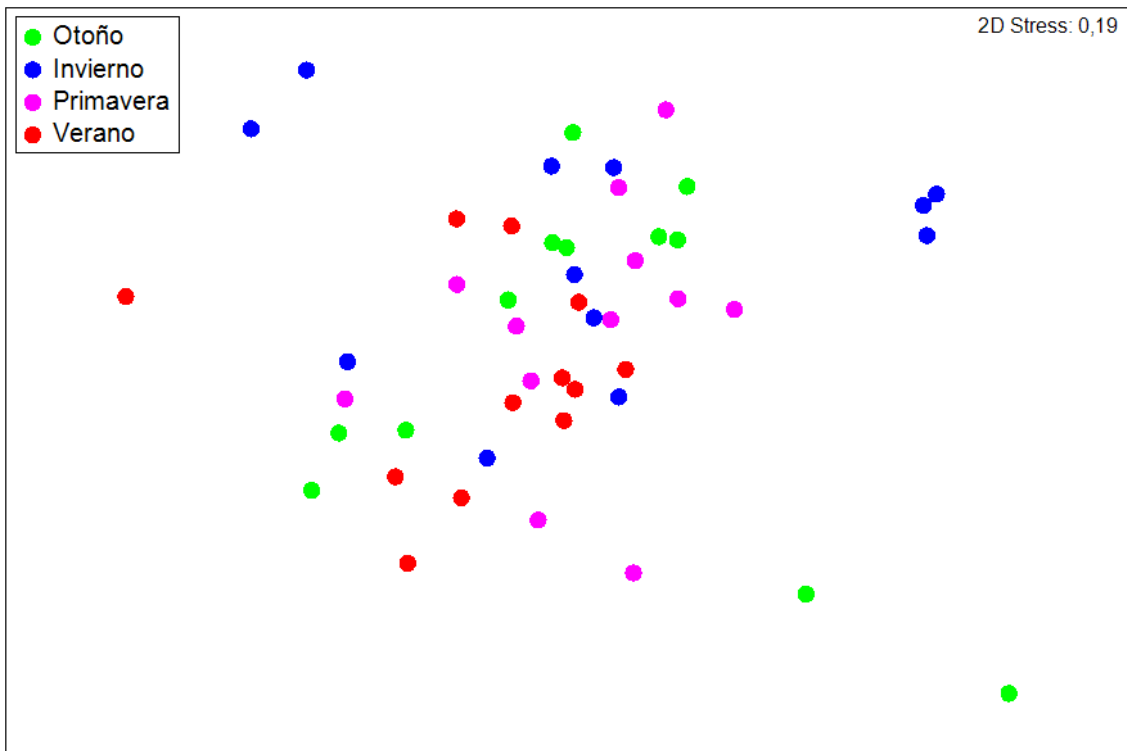
La estructura de la comunidad mostró diferencias entre sitios de muestreo (ANOSIM:  $R=0,21$ ;  $p=0,001$ ) a partir del gráfico de bidimensional (estrés: 0,19) (Fig. 3.3). Un total de 14 especies contribuyeron a las diferencias entre los sitios. *Pseudobranchiomysis arenae* y *Leptoserolis bonaerensis* fueron las especies que presentaron los mayores porcentajes de contribución al promedio de disimilitud entre Monte Hermoso y Pehuen-Có respectivamente (rutina SIMPER) (Tabla 3.3). A su vez, *Pleurobranchaea inconspicua* y *Polycirrus* sp. se registraron en Pehuen-Có y no en Monte Hermoso.

El análisis de ordenamiento multidimensional también muestra un patrón estacional (estrés: 0,19 en el gráfico bidimensional) (Fig. 3.4). Se observaron diferencias significativas en la estructura de la comunidad entre estaciones del año (ANOSIM:  $R$  Global=0,06;  $p=0,04$ ). El test de comparación de a pares mostró diferencias significativas en una de las seis comparaciones: Invierno vs Verano ( $R=0,148$ ;  $p=0,009$ ). Un total de 14 especies contribuyeron a las diferencias entre invierno y verano. *Pseudobranchiomysis arenae* y *Leptoserolis bonaerensis* fueron las especies que presentaron los mayores porcentajes de contribución al promedio de disimilitud entre invierno y verano respectivamente (rutina SIMPER) (Tabla 3.4). A su vez, *Monocorophium insidiosum* y un anfípodo de la familia Aoridae estuvieron presentes en verano y ausentes en invierno, mientras que *P. inconspicua*, *Polycirrus* sp. y *Stylatula polyzoidea* estuvieron presentes en invierno y ausentes en verano.

La rutina BIOENV mostró que entre todas las posibles combinaciones de las diez variables ambientales, la altura de ola, el período de la ola y el tamaño del grano de arena son las principales variables que influyen en el patrón de fauna indicado en el MDS ( $\rho=0,51$ ).



**Figura 3.4.** Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre sitios de muestreo.



**Figura 3.5.** Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre estaciones del año.

**Tabla 3.3.** Análisis de similitud (SIMPER) entre grupos descritos por ANOSIM, mostrando los organismos que más contribuyeron a las diferencias observadas entre los sitios (Monte Hermoso y Pehuen-Có).

Especies	Grupo Monte Hermoso	Grupo Pehuen-Có	Dis. Prom.	Dis./SD	Contrib. %	Cum. %
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>P. arenae</i>	12,75	46,71	26,78	1,21	33,67	33,67
<i>L. bonaerensis</i>	28,54	7,04	20,4	1,12	25,64	59,31
<i>P. inconspicua</i>	0	13	4,4	0,39	5,53	64,84
<i>A. magellanica</i>	6,79	3,92	4,08	0,32	5,13	69,97
<i>Polycirrus</i> sp.	0	6,88	2,29	0,37	2,88	72,85
<i>M. insidiosum</i>	2,75	0,08	2,1	0,32	2,64	75,49
<i>A. longinaris</i>	1,33	1,88	2,09	0,77	2,63	78,12
Aoridae	0,25	1,33	1,8	0,22	2,27	80,39
<i>Idotea</i> sp.	1,75	0,38	1,74	0,55	2,19	82,58
Phoxocephalidae	1,58	0,29	1,66	0,43	2,09	84,66
<i>C. patagonica</i>	1,46	0,21	1,26	0,44	1,58	86,24
Anfípodo indet. 1	0,63	1,38	1,26	0,39	1,58	87,82
<i>B. globulosum</i>	0,75	0,25	0,97	0,55	1,22	89,04
<i>C. giambiagiae</i>	0,58	0,54	0,94	0,55	1,18	90,22

**Tabla 3.4.** Análisis de similitud (SIMPER) entre grupos descritos por ANOSIM, mostrando los organismos que más contribuyeron a las diferencias observadas entre las estaciones del año (invierno y verano).

Especies	Grupo Invierno	Grupo Verano	Dis. Prom.	Dis./SD	Contrib. %	Cum. %
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>S. bonaerensis</i>	10,42	27,08	21,26	1,26	28,15	28,15
<i>P. arenae</i>	22,5	17,33	18,27	1,11	24,19	52,34
<i>P. inconspicua</i>	25,33	0	8,01	0,55	10,61	62,95
<i>Polycirrus</i> sp.	13,75	0	4,5	0,56	5,96	68,91
<i>M. insidiosum</i>	0	5,33	4,31	0,43	5,71	74,62
Aoridae	0	2,75	3,46	0,27	4,58	79,2
<i>S. polyzoidea</i>	5,08	0	1,69	0,44	2,24	81,44
<i>A. longinaris</i>	0,67	1,33	1,54	0,73	2,04	83,48
Phoxocephalidae	0,5	1,08	1,24	0,67	1,64	85,13
<i>C. giambiagiae</i>	0,17	0,92	1,13	0,56	1,5	86,63
<i>B. globulosum</i>	0,25	1,08	0,89	0,82	1,17	87,8
Anfípodo indet. 1	2,42	0,08	0,84	0,64	1,12	88,92
<i>P. laevidactylus</i>	0,67	0,33	0,81	0,66	1,07	89,98
<i>P. criniticornis</i>	0,58	0,58	0,8	0,7	1,06	91,05

### 3.4. Discusión

La zona del *surf* de la franja costera estudiada se encuentra habitada por una diversa comunidad que varía espacial y temporalmente. Se registraron en el área un total de 57 especies de invertebrados. Algunos de ellos han sido ya citados para la zona submareal del área de estudio (12 especies) (Bremec & Cazzaniga 1984, Bremec 1986). En particular, los gastrópodos carnívoros *Buccinanops globulosum* y *Olivancillaria orbigny*, y el isópodo *Macrochiridothea robusta*, han sido citados previamente para la zona del *surf* de la costa bonaerense (Escofet *et al.* 1979).

Ambas playas de arena estudiadas se encuentran habitadas por una diversa comunidad compuesta en su mayoría por crustáceos peracáridos (misidáceos, anfípodos, isópodos). Esto coincide con lo reportado para otras zonas del *surf* de playas de arena templadas, donde los crustáceos peracáridos, en su mayoría misidáceos, son las especies residentes, exhibiendo altas densidades (San Vicente & Sorbe 1999, Beyst *et al.* 2001a, McLachlan & Brown 2006). Estos crustáceos cumplen un rol importante en el intercambio de nutrientes y materia orgánica en la zona del *surf*, y son considerados el recurso alimenticio más importante para peces y aves (Lasiak 1986, Lasiak & McLachlan 1987, Beyst *et al.* 2001b).

La composición de la comunidad de la zona del *surf* varía entre los sitios de muestreo, distintas especies dominan cada playa: el isópodo *Leptoserolis bonaerensis* en Monte Hermoso y el misidáceo *Pseudobranchiomysis arenae* en Pehuen-Có. Las mayores diferencias en la composición comunitaria de la zona del *surf* entre las playas se correlacionaron con variaciones en los parámetros físicos como el tamaño medio de grano de arena y la altura de la ola. Se ha reportado que un incremento en el tamaño medio del grano de arena causa un incremento significativo en el tiempo de enterramiento

de los isópodos (Griffith & Telford 1985); los sedimentos más gruesos de la playa de Pehuen-Có podrían incrementar el tiempo de enterramiento de *L. bonaerensis*, y consecuentemente, una mayor exposición a los depredadores en esta playa; dando como resultado el patrón de abundancia observado.

Es sabido que el estado morfodinámico es una variable clave en el control de la macrofauna de la zona intermareal, observándose un incremento en la riqueza de especies y en la abundancia desde playas reflectivas a playas disipativas (McLachlan *et al.* 1993, 1995, Defeo & McLachlan 2005). Sin embargo, solo unos pocos estudios han comparado la comunidad macrobentónica de la zona del *surf* de playas con diferentes características morfodinámicas (Borzzone *et al.* 1996, Barros *et al.* 2001, Das Neves *et al.* 2007, 2008) y por lo tanto, los patrones y procesos globales que dominan la zona del *surf* de las playas de arena no se conocen aún en profundidad.

En éste estudio, se reportan algunas diferencias en los descriptores biológicos entre las playas: durante 2009, la riqueza de especies y la abundancia fueron mayores en Monte Hermoso que en Pehuen-Có. Estas diferencias pueden deberse al gradiente morfodinámico existente entre las playas estudiadas: si bien estas playas son consideradas disipativas (Bustos *et al.* 2011, Delgado *et al.* 2011), Pehuen-Có presenta características físicas típicas de una playa de estado morfodinámico intermedio (*sensu* Wright & Short 1984). Las playas disipativas representan sistemas altamente productivos donde la producción primaria deriva principalmente de la zona del *surf*, en cambio, las playas reflectivas carecen de una producción primaria propia. Esto se basa en que la energía de la ola controla la productividad y la disponibilidad de alimento en la zona de *surf* (McLachlan & Brown 2006). Por lo tanto, una zona del *surf* más productiva soportará una mayor abundancia y riqueza de especies *in situ*.



Durante el año 2010, la abundancia mostró la tendencia opuesta, siendo mayor en la playa de Pehuen-Có. Esto puede deberse a la llegada de especies no residentes, registrada durante este segundo año de muestreo en la zona del *surf* de la playa de Pehuen-Có. La influencia de las corrientes litorales en el transporte y la dispersión de especies ha sido observada en muchas playas cercanas a zonas estuariales (Godefroid *et al.* 1999, Gomes *et al.* 2003, Strydom 2003, Strydom & d'Hotman 2005, Sato *et al.* 2008). La zona del *surf* de las playas de arena estudiadas se caracteriza por la presencia de aguas cálidas, contrariamente a lo esperado por las condiciones oceanográficas de la región (Martos & Piccolo 1988); este fenómeno se debe a la exportación de aguas cálidas desde el Estuario de Bahía Blanca, proceso que da lugar no solo a mayores temperaturas sino también al transporte de una gran carga de sedimento en suspensión y con ello ciertos invertebrados (Perillo *et al.* 2000, Gibbins *et al.* 2007). La detección de especies no residentes, típicamente estuarinas como el octocoral *Stylatula polyzoidea* y el misidáceo *Arthromysis magellanica* (Elías *et al.* 2007, Hoffmeyer & Mianzan 2007) es una evidencia de este proceso.

La presencia masiva y esporádica de otras especies no residentes en la zona del *surf* también puede deberse a tormentas provenientes del sudeste y sudoeste, las cuales generan grandes olas, vientos fuertes (por encima de  $80 \text{ km h}^{-1}$ ) y aumentos en el nivel del mar (Caló *et al.* 2005), resultando en la llegada de organismos desde áreas adyacentes que permanecen temporalmente en la zona del *surf*. Éste es el caso de la babosa marina *Pleurobranchaea inconspicua* y de las ovicapsulas del caracol gigante *Adelomelon brasiliana*, especies típicas de la zona submareal (Marcus & Marcus 1969, Luzzatto 2006, Muniain *et al.* 2007) y del cangrejo *Pachycheles laevidactylus*, el mitílido *Brachidontes rodriguezii*, el sipuncúlido endolítico *Themiste petricola*, el poliqueto

*Sabellaria nanella* y las especies de briozoos que típicamente habitan en fondos duros o sobre pequeños microstratos (Bremec *et al.* 2013).

El presente trabajo constituye la primera descripción cuali- y cuantitativa completa y exhaustiva de la fauna macrobentónica de la zona del *surf* de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có. El área de estudio presentó una variación estacional en la composición de la comunidad de la zona del *surf*. Por un lado, se registraron abundancias diferenciales de las especies dominantes en distintas épocas del año, esa alta abundancia está dada principalmente por períodos de reclutamiento de las especies y por otro lado, por la aparición de especies no residentes. La zona del *surf* de las playas estudiadas probablemente sea un ambiente muy dinámico como para establecer un patrón estacional en la abundancia total. Futuros estudios ecológicos son necesarios para conocer la dinámica, ciclos de vida y productividad de las especies dominantes, para elucidar su rol dentro de este ecosistema costero.

## 4. MACROFAUNA BENTÓNICA INTERMAREAL: PATRÓN ESPACIO-TEMPORAL

### 4.1. Introducción

La macrofauna bentónica intermareal de las playas de arena incluye representantes de muchos grupos biológicos, pero los crustáceos, moluscos y poliquetos suelen ser los organismos dominantes (McLachlan & Brown 2006). Estos organismos muestran una serie de adaptaciones únicas a estos entornos altamente dinámicos, incluyendo movilidad, capacidad de enterramiento, ritmicidad y avanzados mecanismos sensoriales de orientación y plasticidad (McLachlan & Brown 2006, Brown 1996; Scapini *et al.* 1997).

Para el área de estudio, existen pocos antecedentes acerca de la composición de especies macrobentónicas de la zona intermareal. Una caracterización preliminar la constituye el trabajo de Escofet *et al.* (1979). Otros antecedentes para el área son los estudios poblacionales de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes 1854) (Coscarón 1959, Olivier & Penchaszadeh 1968 a, b, Olivier *et al.* 1971, Penchaszadeh & Olivier 1975, Bastida *et al.* 1991, Fiori 1996 a, b, 1997, 2002, Fiori & Cazzaniga 1999, Fiori *et al.* 2004, Fiori & Defeo 2006). Este bivalvo intermareal es el componente principal, en términos de biomasa y abundancia, de la comunidad intermareal de las playas disipativas a lo largo del sur de la costa atlántica. Debido a las mortandades masivas experimentadas por la almeja amarilla a lo largo de todo su rango de distribución desde 1995, la especie se encuentra actualmente en situación de riesgo, con un estado de "peligro crítico" (IUCN 1994, Fiori & Cazzaniga 1999).

La relación entre la comunidad macrobentónica y el estado morfodinámico han sido fundamentales en los estudios de ecología de playas de arena. Estos estudios se han

centrado en la explicación de los patrones espaciales y temporales a lo largo de gradientes morfodinámicos, indicando que el número de especies de macroinvertebrados, su abundancia y biomasa, generalmente aumentan hacia las playas de tipo morfodinámico más disipativo (McLachlan *et al.* 1981, McLachlan 1990, Defeo *et al.* 1992, McLachlan *et al.* 1993, Jaramillo *et al.* 1995, Borzone *et al.* 1996, Ricciardi & Bourget 1999, Rodil & Lastra 2004, McLachlan & Dorvlo 2005, McLachlan & Dorvlo 2007). Además de los factores físicos, factores biológicos como la disponibilidad de alimento, el modo de locomoción, los patrones de agregación, la competencia, la depredación intra e interespecífica y los relacionados con la reproducción y la dispersión son también responsables de la estructuración de las comunidades de playas de arena (Knox 2000).

#### 4.1.1. Hipótesis de trabajo

*La zona costera que comprende las localidades de Monte Hermoso y Pehuen-Có presenta un gradiente morfodinámico, el cual influye sobre los parámetros biológicos de la comunidad macrobentónica intermareal.*

Predicción: La playa con condiciones más disipativas presentará una mayor diversidad, riqueza, abundancia y biomasa en la zona intermareal

#### 4.1.2. Objetivos específicos

- Describir la comunidad macrobentónica intermareal de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có,
- Describir el estado morfodinámico de los sectores donde se llevó a cabo la toma de muestras biológicas,
- Determinar relaciones entre la macrofauna bentónica y el estado morfodinámico de las playas estudiadas,
- Explorar patrones de variación temporal.

### **4.2. Materiales y Métodos**

#### 4.2.1. Trabajo de campo

La comunidad macrobentónica de la zona intermareal de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có fue muestreada estacionalmente en los cuatro sitios propuestos (sitio 1, sitio 2, sitio 3 y sitio 4) durante 2010. Por detalles en relación a los sitios de muestreo y a los materiales y métodos utilizados vea la sección 2.2.2.

## 4.2.2. Análisis de los datos

### 4.2.2.1. Análisis univariado

La abundancia de las especies fue estimada por el número de individuos (*IST*, individuos m<sup>-1</sup>) y su biomasa (*BST*, gm<sup>-1</sup>) por transecta. Estas medidas fueron estimadas promediando la densidad o biomasa *q* (individuos m<sup>-2</sup> o gm<sup>-2</sup>) en cada estación de muestreo *i* de todos las *m* muestras pertenecientes a una transecta *r* (*q<sub>m</sub>*) y multiplicándolo por el correspondiente ancho del área muestreada (*w*) (Defeo 1996):

$$IST, BST = (\sum_{i=1}^m (qi)/n) w$$

*IST* se expresa como individuos m<sup>-1</sup> y se emplea con el fin de evitar problemas de interpretación que se producen como resultado del uso de promedios de perfiles de playa, ya que diferencias en las condiciones ambientales que se produjeron durante el período de la muestra pueden provocar cambios drásticos en la distribución y la densidad de los organismos en la playa (McLachlan 1983).

Se calcularon porcentajes de Presencia (%P) y Dominancia (%D) para cada especie. Para estimar la diversidad de los sitios de estudio durante el período de muestreo se calcularon: índice de Margalef (*d*), índice de Pielou (*J'*) e índice de Shannon-Wiener (*H'*). Estos índices así como también la densidad, la biomasa y las abundancias de las especies dominantes fueron graficados y comparados a través de un ANOVA de dos vías (factores: sitios de muestreo y estaciones climáticas).

Para caracterizar estacionalmente el estado morfodinámico de los sitios muestreados, se empleó el parámetro de Dean ( $\Omega$ ).

#### *4.2.2.2. Análisis multivariado*

Un análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) fue utilizado para representar la comunidad bajo estudio. Las abundancias de las especies fueron comparadas entre sitios de muestreo y entre estaciones del año. Las diferencias entre grupos fueron evaluadas con un análisis de similitud de una vía (ANOSIM). Se llevaron a cabo análisis de porcentajes de similitud (SIMPER).

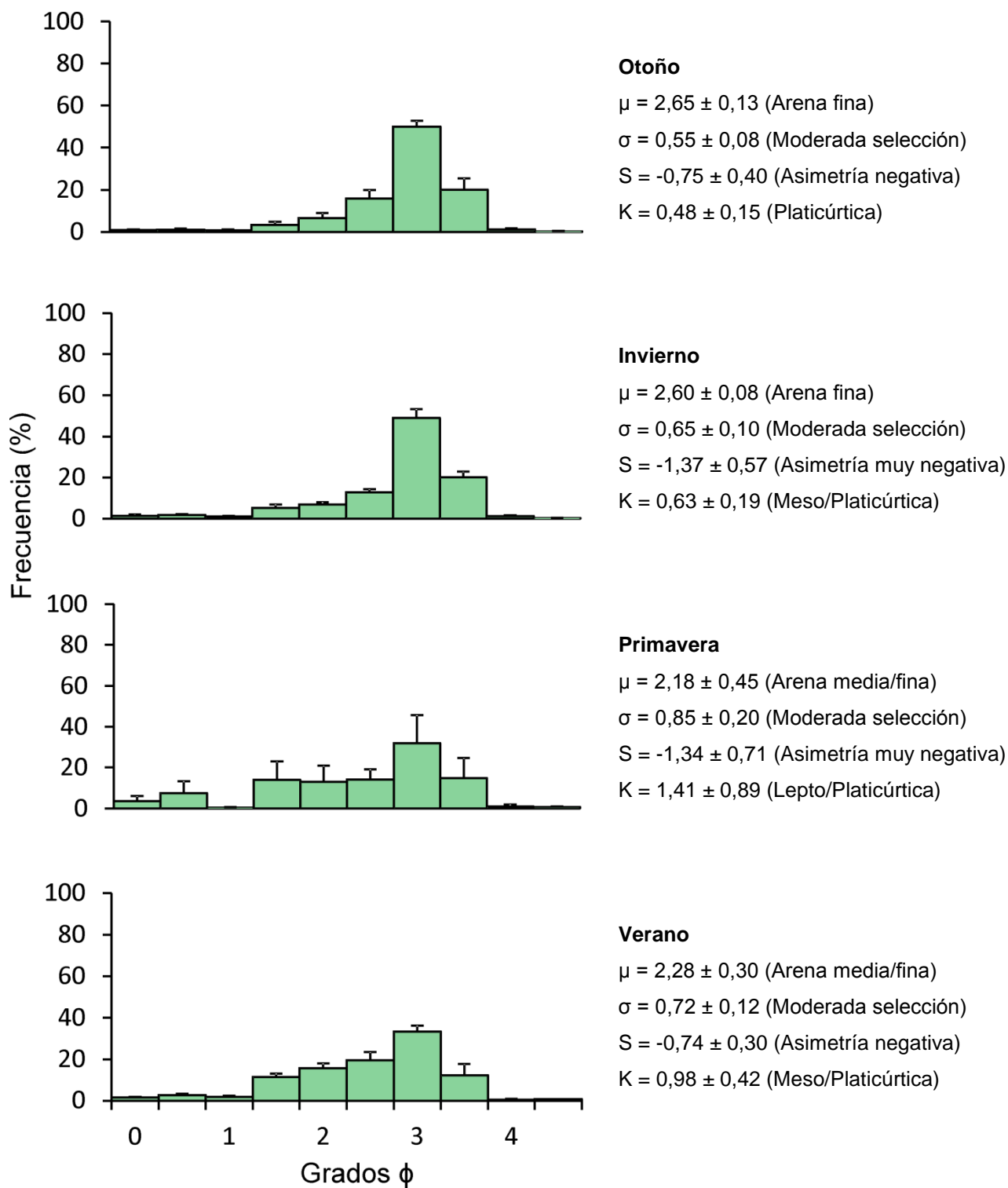
Un análisis de componentes principales (ACP) a través de una matriz de correlación por rangos de Spearman fue aplicado con el objetivo de detectar relaciones entre las variables ambientales y las variables biológicas y su asociación con los sitios de muestreo. Los sitios de estudio fueron incluidos como variables suplementarias para determinar su disposición espacial de acuerdo con los datos de entrada. Se utilizaron los siguientes datos de entrada: altura de la ola, período de la ola, tamaño de la partícula de arena, biomasa total, densidad total, riqueza y los índices de diversidad ( $H'$  y  $J'$ ).

### 4.3. Resultados

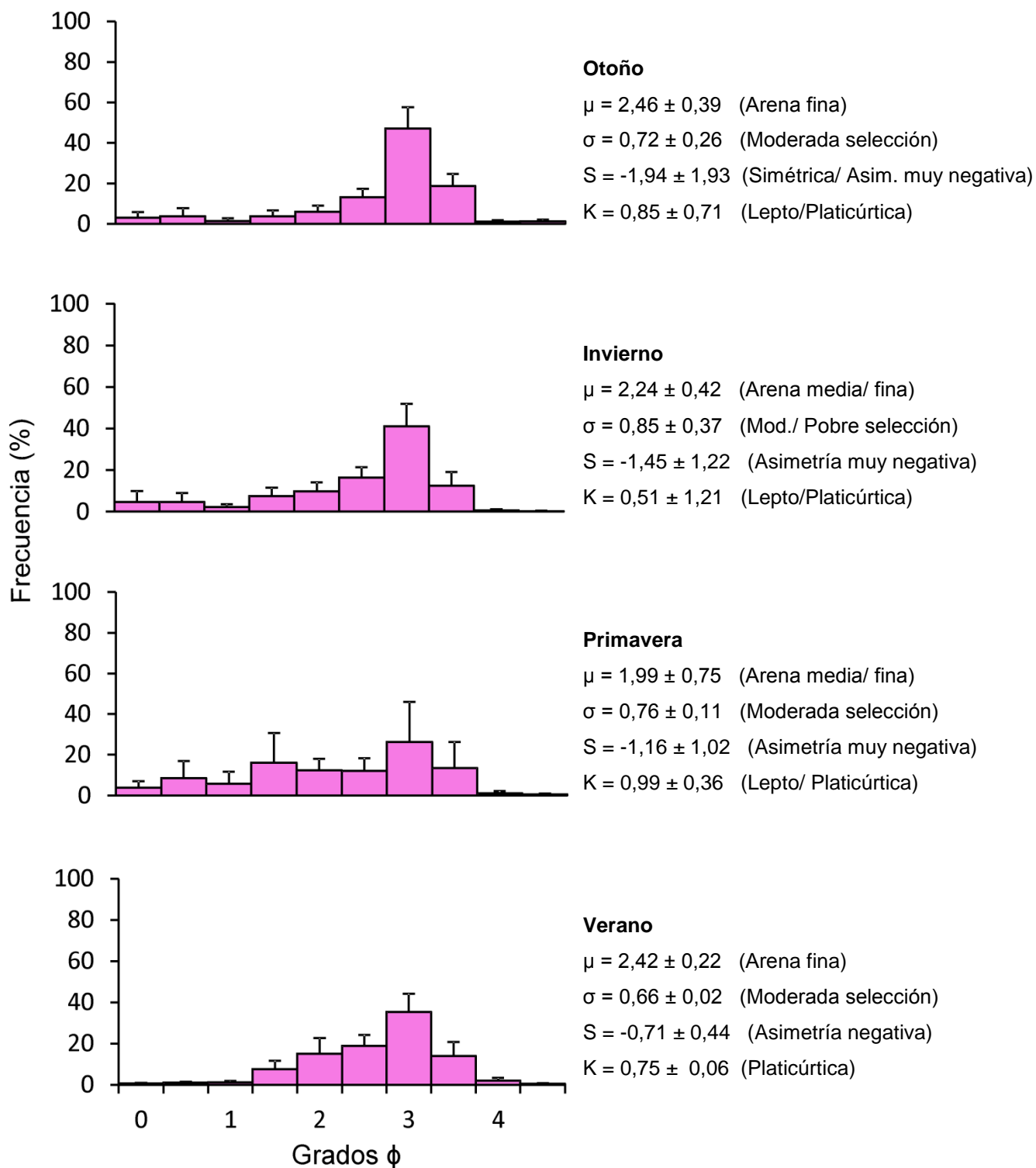
#### 4.3.1. Estado morfodinámico

El sedimento varía de arenas finas y bien seleccionadas a arenas gruesas y pobremente seleccionadas. En Pehuen-Có, en el sitio 1, el 83% de las muestras fueron clasificadas como arena fina, y el 16% restante como arena media (Fig. 4.1); se hallaron diferencias significativas en la granulometría del sitio durante otoño y primavera ( $Chi^2=20,45$ ;  $p=0,01$ ). En el sitio 2, el 75% de las muestras fueron clasificadas como arena fina, el 20% como arena media y el 5% como arena gruesa (Fig. 4.2); se hallaron diferencias significativas en la granulometría del sitio durante otoño y primavera ( $Chi^2=21,5$ ;  $p=0,01$ ) y el verano y la primavera ( $Chi^2=17,36$ ;  $p=0,04$ ). En Monte Hermoso, en el sitio 3, el 100% de las muestras fueron clasificadas como arenas finas y moderadamente seleccionadas (Fig. 4.3); no se encontraron diferencias significativas en la arena de este sitio durante todo el año ( $Chi^2$ ;  $p>0,05$ ). En el sitio 4, el 50% de las muestras fueron clasificadas como arena fina y el 50% como arena media; el 80% de las muestras estuvieron moderadamente seleccionadas y el 20% pobremente seleccionadas (Fig. 4.4); se encontraron diferencias significativas en la granulometría del sitio durante otoño y verano ( $Chi^2=27,5$ ;  $p=0,001$ ), invierno y verano ( $Chi^2=18,55$ ;  $p=0,03$ ). En relación a las diferencias entre sitios, durante la primavera y el verano, no se encontraron diferencias significativas entre sitios de muestreo, mientras que durante el otoño y el invierno, se encontraron diferencias significativas entre el sitio 4 y el resto de los sitios: sitio 4 y sitio 3 (Otoño:  $Chi^2=56,20$ ;  $p=0,0001$  – Invierno:  $Chi^2=24,30$ ;  $p=0,004$ ), sitio 4 y sitio 2 (Otoño:  $Chi^2=49,59$ ;  $p<0,0001$  – Invierno:  $Chi^2=27,7$ ;  $p=0,001$ ) y sitio 4 y sitio 1 (Otoño:  $Chi^2=62,67$ ;  $p<0,0001$  – Invierno:  $Chi^2=49,77$ ;  $p<0,0001$ ).

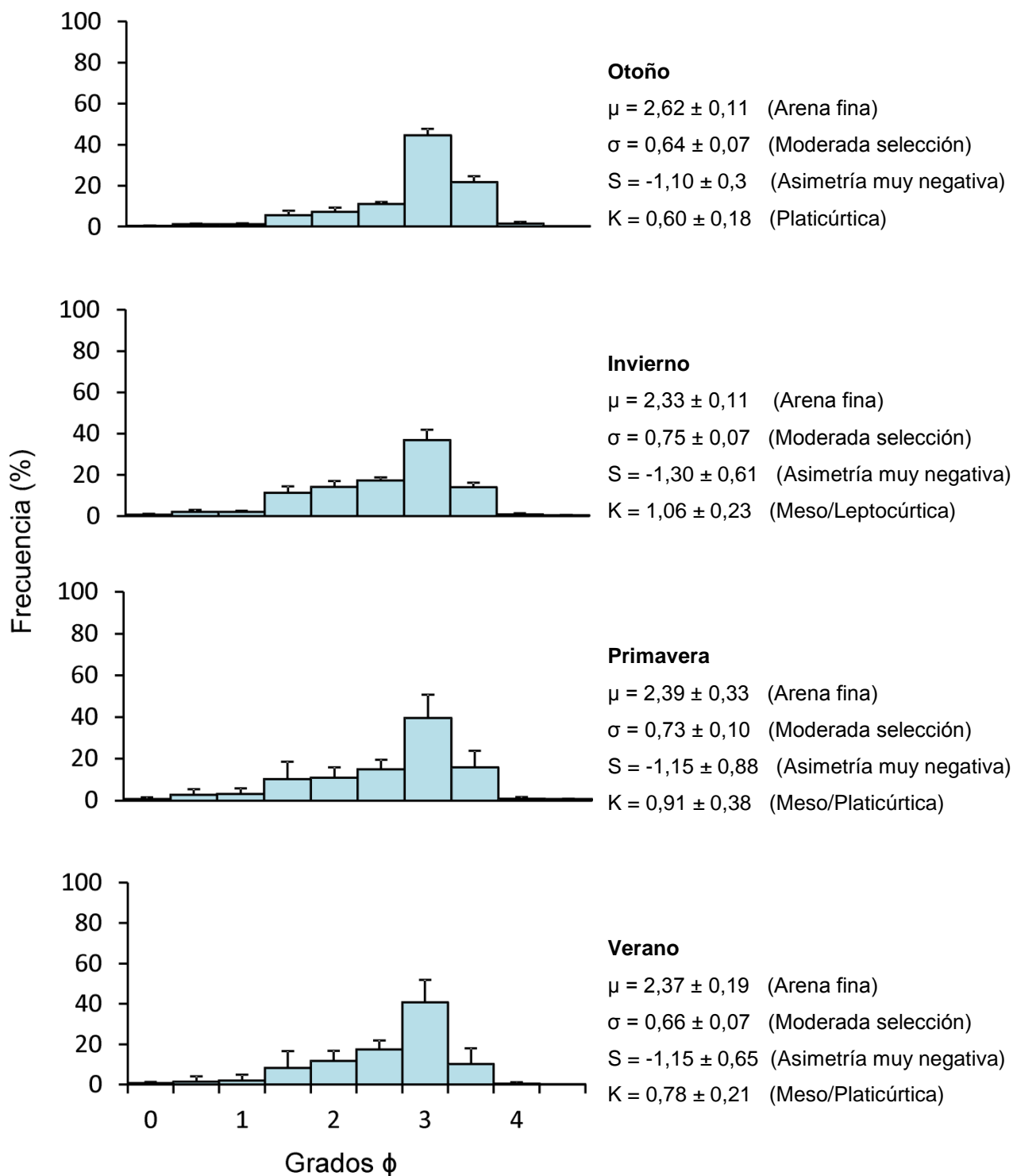




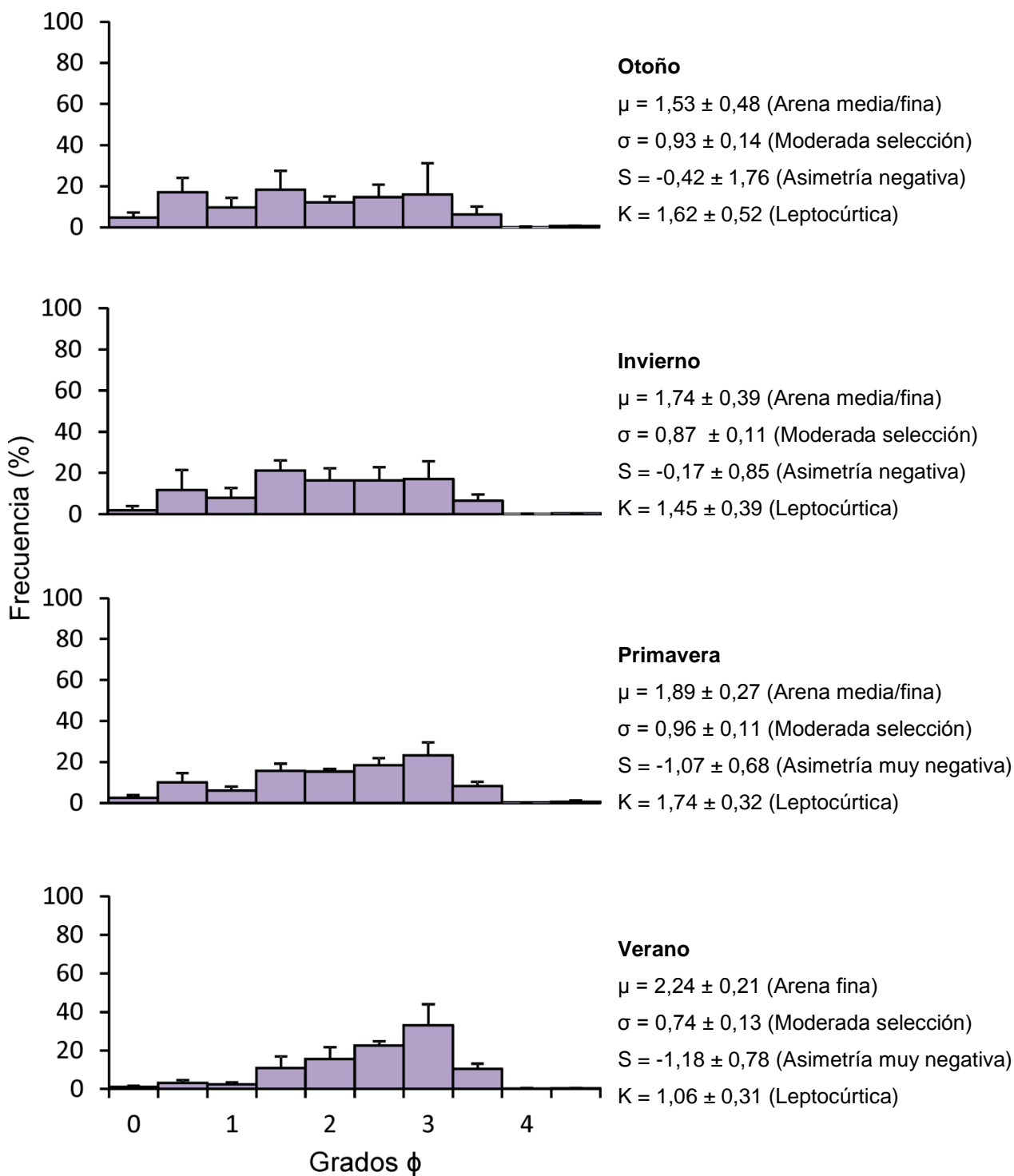
**Figura 4.1.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 1 (Pehuen-Có).



**Figura 4.2.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 2 (Pehuen-Có).



**Figura 4.3.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 3 (Monte Hermoso).



**Figura 4.4.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 4 (Monte Hermoso).

**Tabla 4.1.** Características físicas de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Variables físicas /Playas	Pehuen-Có		Monte Hermoso	
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
<b>Altura de la ola (m)</b>				
Otoño	0,7	0,7	1,6	0,8
Invierno	1,4	0,7	1,0	1,5
Primavera	0,5	0,7	1,3	0,7
Verano	0,80	0,90	1,40	0,80
<b>Período de la ola (s)</b>				
Otoño	8,3	5,8	4,8	3,9
Invierno	9,2	5,3	4,5	5,5
Primavera	6,5	5,7	5,5	4
Verano	6,3	6,9	5	5,2
<b>Parámetro de Dean (<math>\Omega</math>)</b>				
Otoño	6,62	9,47	26,76	6,05
Invierno	11,88	10,37	17,44	8,03
Primavera	<b>2,27</b>	<b>3,62</b>	18,55	13,74
Verano	<b>3,74</b>	<b>3,85</b>	21,98	11,96

*Los valores de  $\Omega > 5$  representan playas disipativas y los valores de  $2 < \Omega < 5$  representan playas intermedias (en negrita).*

La Tabla 4.1 muestra las variables medidas en los dos sitios de cada playa, separadas por estación del año. Ambos sitios en Pehuen-Có (sitio 1 y sitio 2) fueron caracterizados como playas disipativas durante el otoño y el invierno ( $\Omega = 9,25 \pm 3,72$  y  $9,92 \pm 3,64$  respectivamente), tendiendo a un estado morfodinámico intermedio durante la primavera y el verano ( $\Omega = 3,00 \pm 1,04$  y  $3,73 \pm 0,16$  respectivamente). Ambos sitios en Monte Hermoso (sitio 3 y sitio 4) representan playas disipativas ( $\Omega = 21,18 \pm 4,19$  y  $\Omega = 9,94 \pm 3,52$  respectivamente). La Tabla 4.2 muestra los valores medios ( $\pm$  desvío estándar) de las variables medidas para cada playa.

**Tabla 4.2.** Variables físicas (media  $\pm$  desvío estándar) de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có (Resumen).

Variables físicas	Monte Hermoso	Pehuen-Có
Altura de la ola (m)	1,14 $\pm$ 0,35	0,80 $\pm$ 0,27
Período de la ola (s)	4,8 $\pm$ 0,62	6,75 $\pm$ 1,35
Parámetro de Dean ( $\Omega$ )	15,56 $\pm$ 6,99	6,47 $\pm$ 3,65
Tamaño medio de partícula de arena ( $\phi$ )	2,14 $\pm$ 0,44	2,35 $\pm$ 0,46
Arena	Media-Fina	Media-Fina

#### 4.3.2. La macrofauna

Se encontraron un total de 1281 organismos pertenecientes a 26 taxa de invertebrados. Los crustáceos estuvieron representados por 9 especies, pertenecientes a los órdenes Decapoda (4 especies), Amphipoda (2 especies), Isopoda (3 especies). Los moluscos incluyeron 7 especies, representados por Gastropoda (4 especies) y Bivalvia (3 especies). Los poliquetos incluyeron 7 especies pertenecientes a 5 familias diferentes. Otros grupos menos abundantes como Nematoda, Nemertea y Ophiuroidea estuvieron representados por una sola especie (Tabla 4.3).

Los crustáceos fueron el grupo dominante (70,43%D), seguido por los poliquetos (14,16 %) y los moluscos (12,25%). La especies numéricamente dominantes fueron el cangrejo pinnotérico *Austinixa patagoninesis* (64,09 %D y 93,75 %P), la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (9,37 %D y 51,25 %P) y el poliqueto *Lepidasthenia* sp. (5,82 %D y 48,75 %P). Este patrón general se observa en todos los sitios. Otros invertebrados que estuvieron presentes en más del 50% de las muestras fueron el el poliqueto *Diopatra viridis* y el cangrejo fantasma *Sergio mirim*; éste ultimo, se lo registró en asociación con el cangrejo *A. patagoniensis*.

**Tabla 4.3.** Estructura de la comunidad macrobentónica de la zona intermareal. Se presentan los promedios y desvíos estándar (DE) de las abundancias de las especies (*IST*) y su biomasa (*BST*) así como también sus porcentajes de dominancia y presencia.

	<i>IST</i> (individuos m <sup>-1</sup> )		<i>BST</i> (individuos m <sup>-1</sup> )		%D	%P
	Media	DE	Media	DE		
<b>Phylum Arthropoda</b>						
<b>Clase Malacostraca</b>						
<b>Orden Decapoda</b>						
<i>Austinixa patagoniensis</i>	357,90	332,75	40,84	36,02	64,09	93,75
<i>Sergio mirim</i>	20,21	32,80	33,07	69,00	3,62	33,75
<i>Blepharipoda doelloi</i>	2,15	6,99	6,31	24,19	0,38	8,75
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	0,28	2,53	0,00	0,04	0,05	1,25
<b>Orden Isopoda</b>						
<i>Excirrolana armata</i>	13,06	42,45	0,64	2,55	2,34	13,75
<i>Macrochiridothea robusta</i>	4,64	15,34	0,23	0,79	0,83	11,25
<i>Sphaeroma serratum</i>	1,24	7,82	0,09	0,82	0,22	2,50
<b>Orden Amphipoda</b>						
Phoxocephalidae	8,71	48,18	0,27	1,41	1,56	6,25
<i>Monocorophium insidiosum</i>	0,62	5,56	0,01	0,08	0,11	1,25
<b>Phylum Annelida</b>						
<b>Clase Polychaeta</b>						
<i>Lepidasthenia</i> sp.	32,48	46,10	10,75	17,68	5,82	48,75
Paraonidae	19,54	45,62	0,52	1,82	3,50	25,00
<i>Diopatra viridis</i>	12,61	26,64	35,40	99,29	2,26	27,50
<i>Glycera americana</i>	2,49	10,91	1,25	7,84	0,45	5,00
Polynoidae	6,63	17,12	1,70	6,06	0,19	15,00
<i>Australonuphis casamiquelorum</i>	4,64	13,73	6,32	22,40	0,83	11,25
Syllidae	0,83	5,38	0,03	0,21	0,15	2,50
<b>Phylum Mollusca</b>						
<b>Clase Gastropoda</b>						
<i>Olivancillaria orbigny</i>	3,11	13,35	7,50	30,56	0,56	7,50
<i>Buccinanops globulosum</i>	1,24	6,74	1,57	10,41	0,22	3,75
<i>Notocochlis isabelleana</i>	0,62	5,56	0,88	7,86	0,11	1,25
<i>Buccinanops duartei</i>	0,62	3,91	1,32	9,11	0,11	2,50
<b>Clase Bivalvia</b>						
<i>Mesodesma mactroides</i>	52,35	67,19	334,76	487,62	9,37	51,25
<i>Corbula patagónica</i>	4,90	15,94	1,94	7,23	0,88	11,25
<i>Amiantis purpurata</i>	3,11	13,93	27,74	138,74	0,56	5,00
<b>Otros</b>						
Nematode	1,24	11,13	0,005	0,04	0,35	5,00
Nemertino	1,97	8,88	0,15	1,02	0,22	1,25
Ophiura	0,93	4,76	0,75	6,25	0,22	3,75

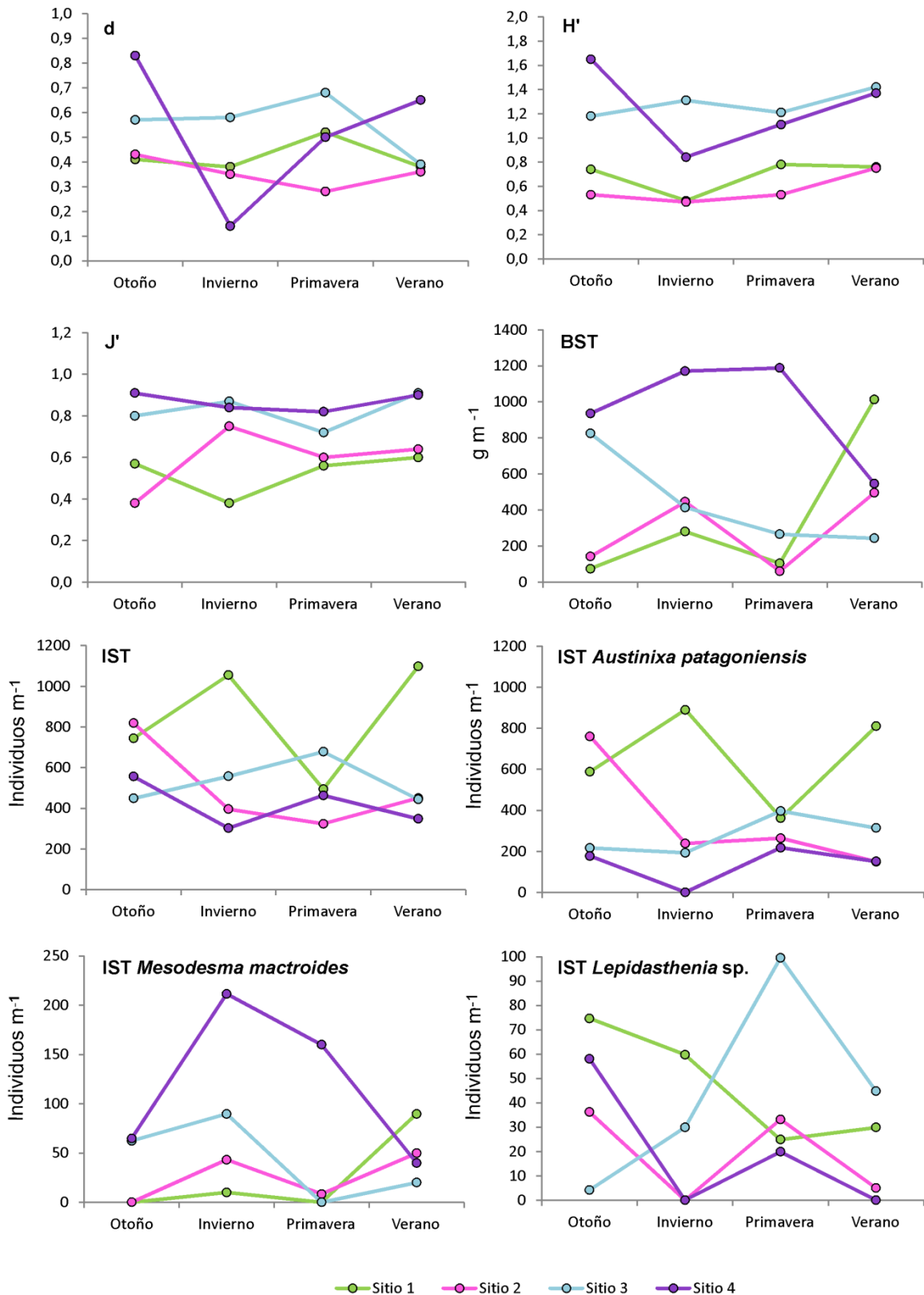
### 4.3.3. Análisis de los datos

#### 4.3.3.1. Análisis univariado

Se detectó una interacción significativa entre sitios de muestreo y estaciones del año para los índices de riqueza de Margalef (d) ( $F_{(9,64)}=4,60$ ;  $p=0,0001$ ), de equitatividad de Pielou (J'), ( $F_{(9,62)}=5,37$ ;  $p< 0,0001$ ) y de diversidad de Shannon ( $F_{(9,64)}=7,23$ ;  $p< 0,0001$ ) así como también para la densidad ( $F_{(9,64)}=4,13$ ;  $p=0,0003$ ), la biomasa ( $F_{(3,64)}=9,81$ ;  $p<0,0001$ ) y las densidades de las especies dominantes: *Mesodesma mactroides* ( $F_{(3,64)}=9,53$ ;  $p<0,0001$ ), *Austinixa patagoniesis* ( $F_{(3,64)}=30,84$ ;  $p<0,0001$ ) y *Lepidasthenia* sp. ( $F_{(3,64)}=4,03$ ;  $p=0,0004$ ); por lo tanto se procedió a analizar los datos para cada estación del año por separado (Figura 4.5)

Los valores medios y desvíos estándar de los índices de diversidad calculados para cada sitio de muestreo y estación del año se pueden observar en la Figura 4.6. Los mayores valores de riqueza se registraron en el sitio 3 (invierno:  $F_{(3,16)}=9,00$ ;  $p=0,001$ ) y el sitio 4 (otoño:  $F_{(3,16)}=6,21$ ;  $p=0,005$ ). Los mayores valores de equitatividad de Pielou se registraron en los sitios 3 y 4 (verano:  $F_{(3,16)}=11,02$ ;  $p=0,0004$  y otoño:  $F_{(3,16)}=10,82$ ;  $p=0,0004$ ) y en los sitios 2, 3 y 4 (invierno:  $F_{(3,15)}=13,47$ ;  $p=0,0002$ ). Los mayores valores de diversidad de Shannon se registraron en el sitio 3 (invierno:  $F_{(3,16)}=10,73$ ;  $p=0,0004$ ) y el sitio 4 (otoño:  $F_{(3,16)}=11,85$ ;  $p=0,0002$ ) y en los sitios 3 y 4 (primavera:  $F_{(3,16)}=3,80$ ;  $p=0,03$  y verano:  $F_{(3,16)}=6,66$ ;  $p=0,004$ ). En general, los sitios correspondientes a las playas de Monte Hermoso registraron los mayores valores de riqueza, equitatividad y diversidad.

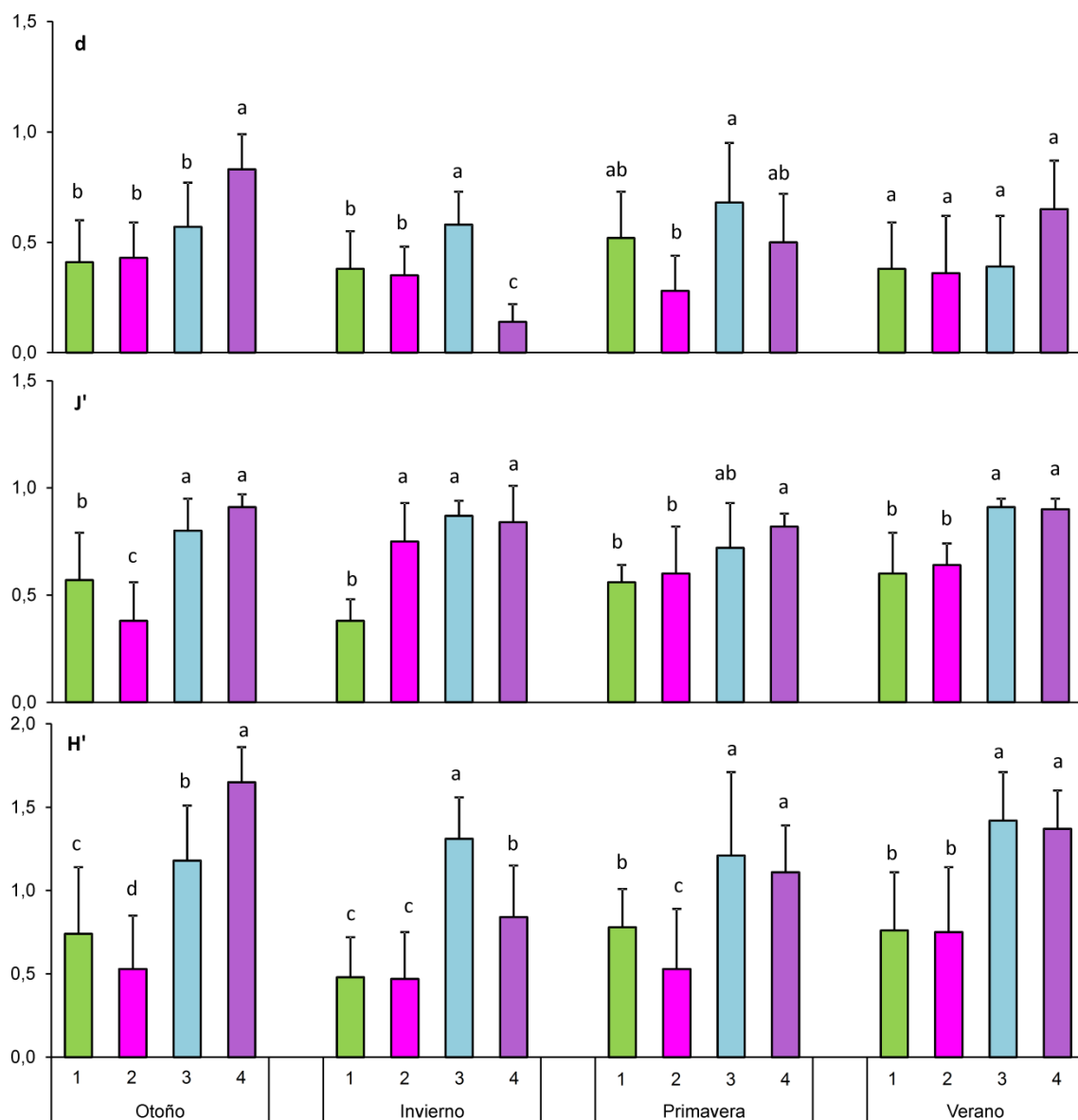




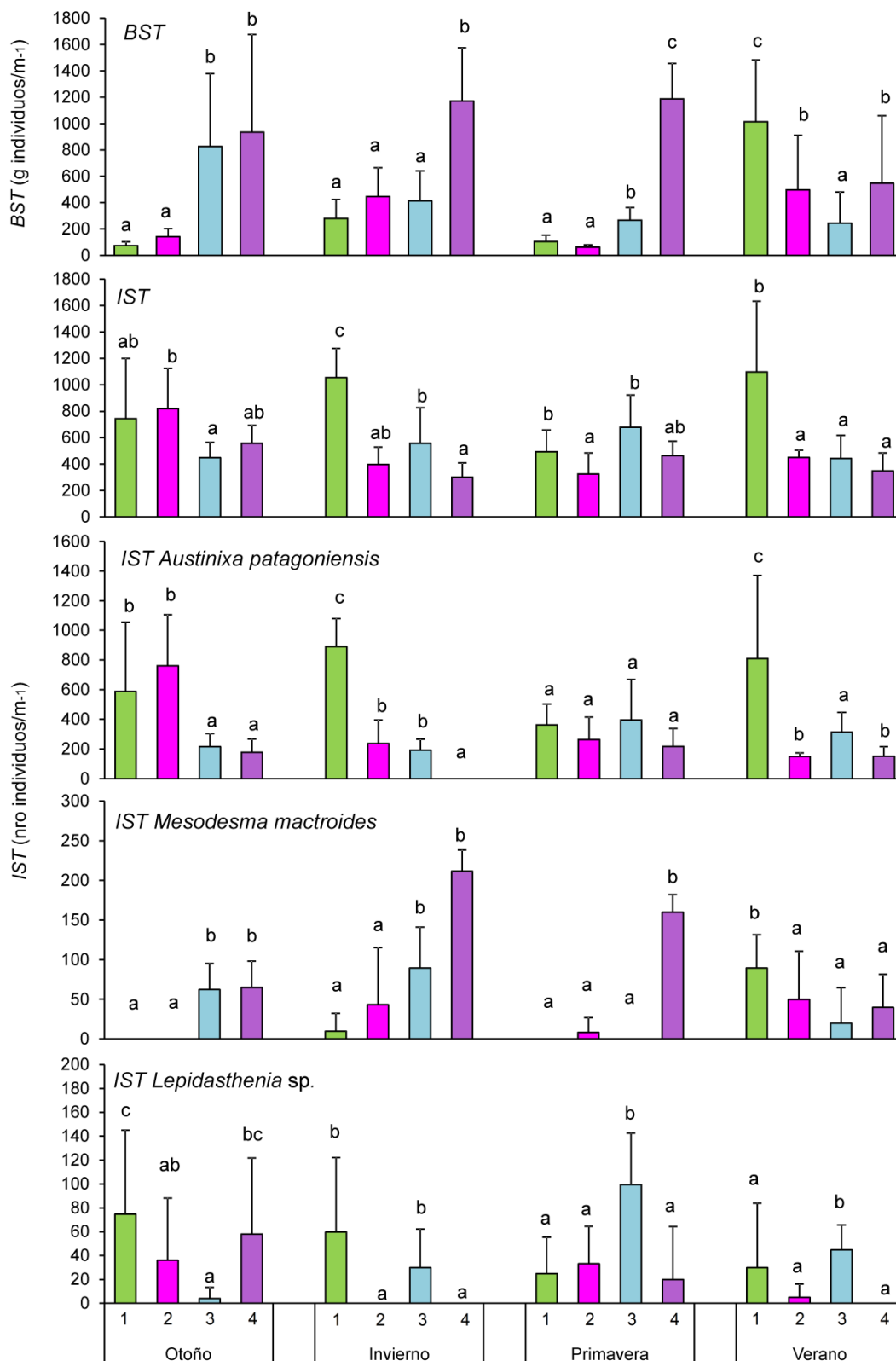
**Figura 4.5.** Riqueza, diversidad, densidad total (*IST*), biomasa total (*BST*) y densidad de las especies dominantes (*M. mactroides*, *A. patagoniensis* y *Lepidasthenia* sp.) para cada sitio de muestreo y estación del año, mostrando las interacciones significativas.

Los valores medios y desvíos estándar de la densidad (*IST*), biomasa (*BST*) y densidad de las especies dominantes (*IST*) se pueden observar en la Figura 4.7. Los mayores valores de biomasa total se registraron en el sitio 3 (invierno:  $F_{(3,16)}=8,09$ ;  $p=0,001$  y primavera:  $F_{(3,16)}=58,10$ ;  $p<0,0001$ ), en los sitios 3 y 4 (otoño:  $F_{(3,16)}=15,44$ ;  $p=0,0001$ ) y en el sitio 1 (verano:  $F_{(3,16)}=3,36$ ;  $p=0,04$ ). En general, los sitios correspondientes a la playa de Monte Hermoso registraron los mayores valores de biomasa total, a excepción del verano donde in sitio correspondiente a la playa de Pehuen-Có mostró el mayor valor de biomasa total. Los mayores valores de densidad total se registraron en el sitio 1 durante invierno ( $F_{(3,16)}=10,02$ ;  $p=0,0006$ ) y el verano ( $F_{(3,16)}=7,43$ ;  $p=0,002$ )

La mayor densidad de *Austinixa patagoniensis* se registró en el sitio 1 durante invierno ( $F_{(3,16)}=313,0$ ;  $p<0,0001$ ) y verano ( $F_{(3,16)}=14,01$ ;  $p=0,0001$ ), y en los sitios 1 y 2 durante otoño ( $F_{(3,16)}=7,13$ ;  $p=0,002$ ). La mayor densidad de *Mesodesma mactroides* se registró en los sitios 3 y 4 (otoño:  $F_{(3,16)}=153,5$ ;  $p<0,0001$ , invierno:  $F_{(3,16)}=9,46$ ;  $p=0,0008$  y primavera:  $F_{(3,16)}=42,02$ ;  $p<0,0001$ ). La mayor densidad de poliqueto *Lepidasthenia* sp. se registró en el sitio 3 (primavera:  $F_{(3,16)}=3,41$ ;  $p=0,04$  y verano:  $F_{(3,16)}=7,06$ ;  $p=0,003$ ), en el sitio 1 (otoño:  $F_{(3,16)}=3,83$ ;  $p=0,03$ ) y en los sitios 1 y 3 (invierno:  $F_{(3,16)}=6,36$ ;  $p=0,04$ ).



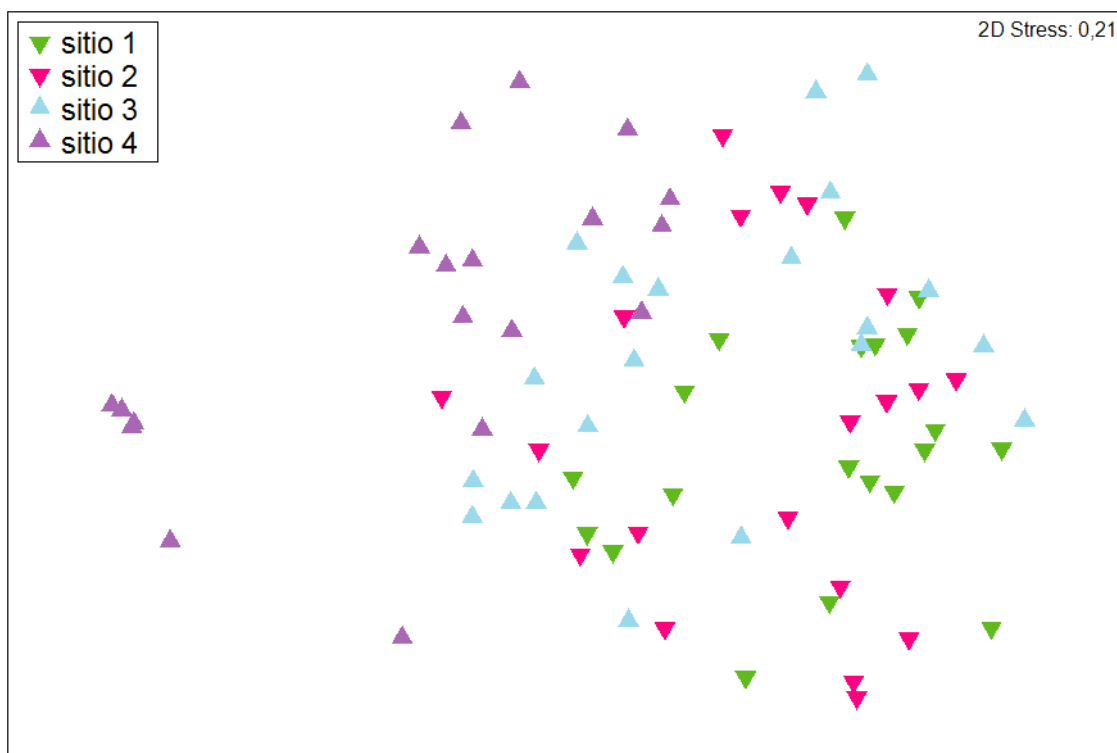
**Figura 4.6.** Valor medio y desvío estándar del índice de riqueza de Margalef (d), índice de Pielou (J') e índice de Shannon (H') para cada sitio de muestreo y estación del año. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4.7.** Valor medio y desvío estándar de la densidad total (*IST*), biomasa total (*BST*) y densidad de las especies dominantes (*M. mactroides*, *A. patagoniensis* y *Lepidasthenia* sp.) para cada sitio de muestreo y estación del año. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3.3.2. Análisis multivariado

La Figura 4.8 muestra la ordenación de las muestras en un espacio multidimensional (MDS) (stress: 0,21). El test ANOSIM indica que existen diferencias significativas entre sitios (Global  $R=0,27$ ;  $p=0,01$ ). El test de comparación de a pares indica diferencias significativas en todos los pares de comparaciones: sitio 1 vs sitio 2 ( $R=0,11$ ;  $p=0,02$ ), sitio 1 vs sitio 3 ( $R=0,13$ ;  $p=0,006$ ), sitio 1 vs sitio 4 ( $R=0,53$ ;  $p=0,001$ ), sitio 2 vs sitio 3 ( $R=0,14$ ;  $p=0,007$ ), sitio 2 vs sitio 4 ( $R=0,43$ ;  $p=0,001$ ), sitio 3 vs sitio 4 ( $R=0,27$ ;  $p=0,001$ ). La rutina SIMPER identifica las especies que más contribuyen a las diferencias observadas entre sitios. Los resultados de este test se pueden observar en las Tablas 4.4 a 4.9.



**Figura 4.8.** Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre sitios de muestreo.

**Tabla 4.4.** Análisis SIMPER entre los sitios 1 y 2 (Disim. promedio = 52,91%).

Especies	Sitio 1		Sitio 2		Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.	Dis. Prom.	Dis./DE		
<i>A. patagoniensis</i>	662,37	352,9	32,5	1,65	61,42	61,42
<i>Lepidasthenia</i> sp.	47,27	18,59	4,03	0,95	7,61	69,03
Paraonidae	34,83	25,69	3,79	0,72	7,16	76,19
<i>M. mactroides</i>	24,88	25,3	3,35	0,69	6,33	82,52
<i>D. viridis</i>	11,2	30,12	2,73	0,79	5,15	87,68
Polynoidea	3,73	13,68	1,4	0,61	2,65	90,32

**Tabla 4.5.** Análisis SIMPER entre los sitios 1 y 3 (Disim. promedio = 53,83%).

Especies	Sitio 1		Sitio 3		Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.	Dis. Prom.	Dis./DE		
<i>A. patagoniensis</i>	662,37	279,98	29,45	1,55	54,72	54,72
<i>Lepidasthenia</i> sp.	47,27	44,58	4,1	1,06	7,62	62,34
<i>M. mactroides</i>	24,88	42,92	3,99	0,96	7,42	69,76
Paraonidae	34,83	17,62	3,35	0,72	6,22	75,97
<i>S. mirim</i>	4,98	33,8	2,85	0,83	5,29	81,26
Phoxocephalidae	0	34,83	2,47	0,42	4,58	85,84
<i>M. robusta</i>	13,68	3,73	1,4	0,6	2,59	88,44
<i>D. viridis</i>	11,2	9,12	1,38	0,79	2,56	90,99

**Tabla 4.6.** Análisis SIMPER entre los sitios 2 y 3 (Disim. promedio = 4,17%).

Especies	Sitio 2		Sitio 3		Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.	Dis. Prom.	Dis./SD		
<i>A. patagoniensis</i>	352,9	279,98	22,31	1,3	41,18	41,18
<i>M. mactroides</i>	25,3	42,92	5,53	0,96	10,21	51,39
<i>Lepidasthenia</i> sp.	18,59	44,58	4,49	1,12	8,29	59,68
Paraonidae	25,69	17,62	3,99	0,66	7,37	67,05
<i>S. mirim</i>	12,21	33,8	3,86	0,93	7,12	74,17
<i>D. viridis</i>	30,12	9,12	3,53	0,77	6,52	80,69
Phoxocephalidae	0	34,83	3,13	0,43	5,77	86,46
Polynoidea	13,68	3,73	1,77	0,61	3,26	89,72
<i>O. orbigny</i>	0	9,95	1	0,37	1,84	91,56

**Tabla 4.7.** Análisis SIMPER entre los sitios 1 y 4 (Disim. promedio = 72,73%).

Especies	Sitio 1	Sitio 4	Dis. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	662,37	136,37	39,71	1,98	54,6	54,6
<i>M. mactroides</i>	24,88	116,32	9,79	1,12	13,47	68,07
<i>E. armata</i>	2,49	49,76	4,57	0,69	6,29	74,35
<i>Lepidasthenia</i> sp.	47,27	19,49	4,41	0,96	6,06	80,41
Paraonidae	34,83	0	2,65	0,57	3,65	84,06
<i>S. mirim</i>	4,98	29,86	2,59	0,87	3,56	87,62
<i>M. robusta</i>	13,68	0	1,38	0,55	1,9	89,52
<i>D. viridis</i>	11,2	0	1,12	0,64	1,54	91,06

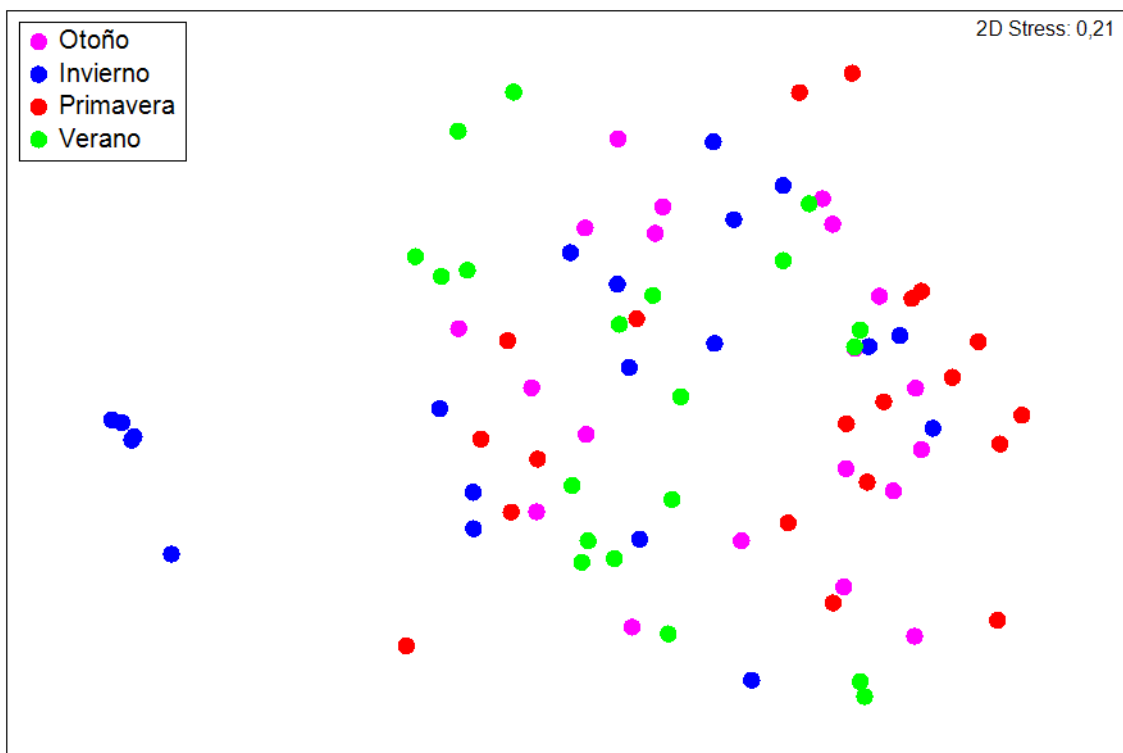
**Tabla 4.8.** Análisis SIMPER entre los sitios 2 y 4 (Disim. promedio = 68,47%).

Especies	Sitio 2	Sitio 4	Dis. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	352,9	136,37	25,88	1,28	37,79	37,79
<i>M. mactroides</i>	25,3	116,32	13,09	1,17	19,12	56,91
<i>E. armata</i>	0	49,76	6,16	0,71	9	65,91
<i>D. viridis</i>	30,12	0	3,69	0,71	5,39	71,29
<i>S. mirim</i>	12,21	29,86	3,57	0,98	5,21	76,51
<i>Lepidasthenia</i> sp.	18,59	19,49	3,36	0,73	4,91	81,41
Paraonidae	25,69	0	3,09	0,51	4,52	85,93
Polynoidae	13,68	5,38	2	0,64	2,91	88,85
<i>A. casamiquelorum</i>	2,37	9,95	1,5	0,53	2,2	91,04

**Tabla 4.9.** Análisis SIMPER entre los sitios 3 y 4 (Disim. promedio = 63,87%).

Especies	Sitio 3	Sitio 4	Dis. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	279,98	136,37	20,13	1,34	31,51	31,51
<i>M. mactroides</i>	42,92	116,32	11,26	1,16	17,62	49,14
<i>E. armata</i>	0	49,76	5,87	0,71	9,2	58,33
<i>Lepidasthenia</i> sp.	44,58	19,49	4,98	1,13	7,8	66,13
<i>S. mirim</i>	33,8	29,86	4,58	1,12	7,16	73,29
Phoxocephalidae	34,83	0	3,25	0,44	5,09	78,39
Paraonidae	17,62	0	2,09	0,46	3,28	81,66
<i>A. casamiquelorum</i>	4,98	9,95	1,58	0,55	2,47	84,13
<i>C. patagonica</i>	4,98	9,95	1,35	0,53	2,12	86,25
<i>O. uretai</i>	9,95	1,24	1,13	0,41	1,77	88,02
<i>A. purpurata</i>	2,49	9,95	1,08	0,46	1,7	89,72
<i>D. viridis</i>	9,12	0	0,9	0,47	1,41	91,13

El análisis de escalamiento multidimensional (MDS) muestra un patrón estacional (stress: 0,21) (Fig. 4.9), con diferencias significativas entre estaciones del año (ANOSIM, Global R= 0,07; p=0,04) El test de comparación de a pares indica diferencias significativas en 3 pares de comparaciones: otoño vs. invierno (R= 0,12; p=0,006); invierno vs. primavera (R= 0,08; p=0,03) y primavera vs. verano (R= 0,08; p=0,02). La rutina SIMPER identifica las especies que más contribuyen a las diferencias observadas entre estaciones del año. Los resultados de este test se pueden observar en las Tablas 4.10 a 4.12.



**Figura 4.9.** Análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) de la estructura de la comunidad macrobentónica, mostrando las diferencias entre estaciones del año.



**Tabla 4.10.** Análisis SIMPER entre otoño e invierno (Disim. promedio = 64,03%).

Especies	Otoño	Invierno	Dis. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	435,43	330,17	30,82	1,47	48,13	48,13
<i>M. mactroides</i>	31,72	88,53	8,69	0,99	13,57	61,7
<i>Lepidasthenia</i> sp.	43,26	22,39	4,19	0,89	6,54	68,24
<i>S. mirim</i>	29,84	18,66	3,48	0,9	5,43	73,67
<i>E. armata</i>	0	29,86	2,99	0,42	4,67	78,35
Phoxocephalidae	0	34,83	2,77	0,43	4,33	82,68
Paraonidae	27,35	0	2,59	0,61	4,05	86,73
<i>D. viridis</i>	12,29	11,2	1,81	0,66	2,82	89,55
<i>C. patagonica</i>	12,33	6,22	1,56	0,65	2,43	91,98

**Tabla 4.11.** Análisis SIMPER entre invierno y primavera (Disim. prom. = 63,4%).

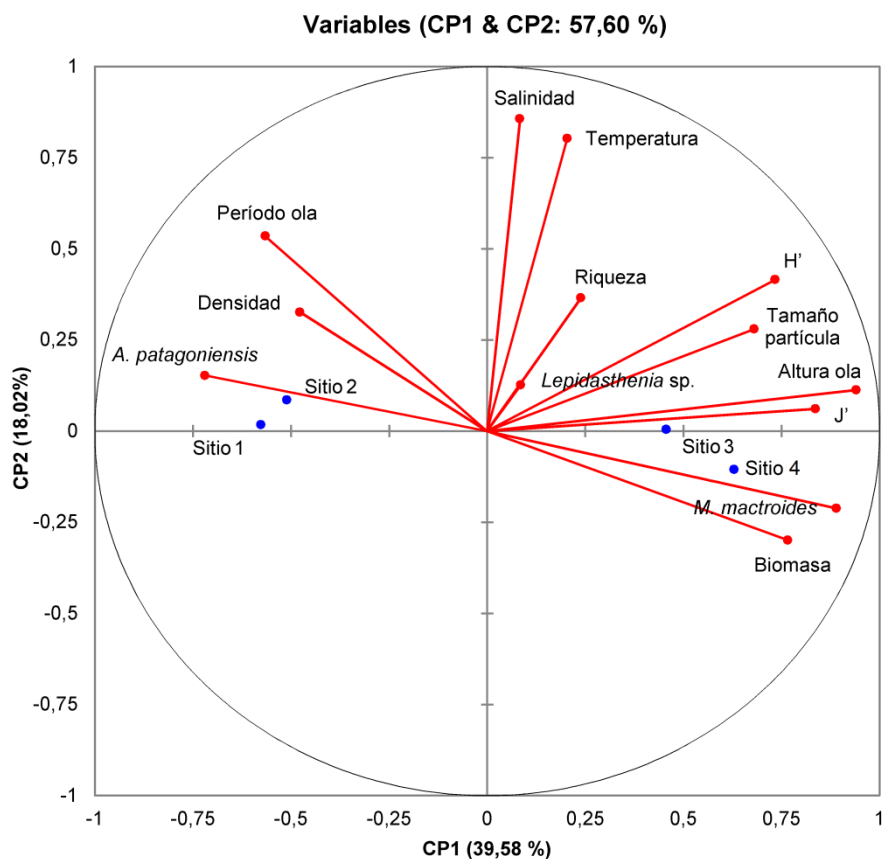
Especies	Invierno	Primavera	Dis. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	330,17	309,9	29,12	1,63	45,87	45,87
<i>M. mactroides</i>	88,53	39,39	10,82	0,95	17,05	62,92
<i>Lepidasthenia</i> sp.	22,39	44,37	4,74	1,02	7,47	70,39
<i>E. armata</i>	29,86	2,49	3,55	0,44	5,59	75,98
Phoxocephalidae	34,83	0	3,1	0,44	4,89	80,87
<i>S. mirim</i>	18,66	12,44	2,7	0,72	4,25	85,12
<i>D. viridis</i>	11,2	12,03	1,99	0,69	3,13	88,26
<i>O. orbigny</i>	0	11,2	1,09	0,41	1,71	89,97
<i>M. robusta</i>	1,24	9,95	0,94	0,45	1,48	91,45

**Tabla 4.12.** Análisis SIMPER entre primavera y verano (Disim. prom. = 55,0%).

Especies	Primavera	Verano	Diss. Prom.	Dis./DE	Contrib.%	Cum.%
	Abund. Prom.	Abund. Prom.				
<i>A. patagoniensis</i>	309,9	356,11	22,5	1,36	40,87	40,87
<i>M. mactroides</i>	39,39	49,76	6,43	0,99	11,68	52,55
<i>Lepidasthenia</i> sp.	44,37	19,9	4,52	1,08	8,2	60,75
Paraonidae	3,52	47,27	4,47	0,68	8,12	68,87
<i>S. mirim</i>	12,44	19,9	2,76	0,81	5,01	73,89
<i>E. armata</i>	2,49	19,9	2,66	0,55	4,83	78,72
<i>D. viridis</i>	12,03	14,93	2,55	0,61	4,63	83,35
Onuphidae	4,98	11,2	1,67	0,58	3,03	86,38
Polynoidea	4,13	12,44	1,63	0,61	2,96	89,34
<i>O. orbigny</i>	11,2	1,24	1,15	0,44	2,09	91,43

El Análisis de Componentes Principales (ACP) detecta correlaciones significativas entre las variables analizadas (Fig. 4.10). Los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) explican respectivamente el 39,58 y el 18,02% de la varianza total. El primer componente (CP1) estuvo positivamente correlacionado con la altura de la ola, tamaño medio del grano de arena, la biomasa total, los índices de diversidad (H' y J') y la abundancia de *Mesodesma mactroides* y negativamente con la abundancia de *A. patagoniensis* y la densidad total; el segundo componente (CP2) estuvo positivamente correlacionado con la salinidad, la temperatura y el período de la ola (Tabla 4.13).

Se detectaron correlaciones positivas entre *Mesodesma mactroides* con la altura de la ola, la biomasa total y el índice de diversidad (J'). *M. mactroides* mostró una correlación significativamente negativa con la densidad. *Austinixa patagoniensis* mostró una tendencia opuesta, con una correlación negativa con la altura de la ola, el índice de diversidad J' y el tamaño de grano de arena. También se detectaron correlaciones positivas entre los índices de diversidad y la biomasa con la altura de la ola y en el caso de los índices de diversidad también con el tamaño de la partícula de arena. Los sitios de muestreo se dispusieron en cuadrantes opuestos, mostrando una ordenación espacial en el CP1. Los sitios correspondientes a la playa de Pehuen-Có: sitio y sitio 2 estuvieron positivamente correlacionados con la abundancia de *A. patagoniensis* mientras que los sitios correspondientes a las playas de Monte Hermoso: sitio 3 y sitio 4 estuvieron correlacionados con la altura de la ola, el tamaño de la partícula de arena, la diversidad (J'), la biomasa total y la densidad de *M. mactroides* (Fig. 4.10, Tabla 4.14).



**Figura 4.10.** Representación bidimensional del ACP en el espacio de los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2).

**Tabla 4.13.** Correlaciones entre las variables y 1<sup>ros</sup> cuatro componentes principales.

	CP1 (39,58%)	CP2 (18,02%)	CP3 (14,83%)	CP4 (7,12%)
Temperatura	0,204	0,802	0,261	-0,201
Salinidad	0,084	0,856	-0,117	-0,337
Altura ola	0,941	0,113	-0,017	0,045
Período ola	-0,565	0,535	0,127	0,209
Tamaño partícula	0,680	0,280	-0,290	0,019
Riqueza	0,239	0,365	0,627	0,474
Densidad	-0,477	0,326	-0,560	0,448
Biomasa	0,766	-0,300	0,088	0,356
Diversidad (J')	0,837	0,061	-0,247	0,213
Diversidad (H')	0,734	0,415	-0,393	0,098
<i>A. patagoniensis</i>	-0,719	0,152	0,076	0,340
<i>M. mactroides</i>	0,891	-0,212	0,263	-0,052
<i>Lepidasthenia sp.</i>	0,085	0,126	0,860	-0,007
Sitio 1	-0,576	0,017	0,115	0,017
Sitio 2	-0,510	0,085	-0,189	0,110
Sitio 3	0,457	0,004	-0,294	-0,491
Sitio 4	0,630	-0,106	0,368	0,364

**Tabla 4.14.** Matriz de correlación de Spearman

Variables	Temperatura	Salinidad	Altura ola	Período ola	Tamaño partícula	Riqueza	Densidad	Biomasa	Diversidad (J')	Diversidad (H')	A. patagoniensis	M. mactroides	Lepidasthenia sp.
Temperatura	1												
Salinidad	<b>0,705</b>	1											
Altura ola	0,241	0,119	1										
Período ola	0,233	0,228	-0,378	1									
Tamaño partícula	0,149	0,290	<b>0,726</b>	-0,259	1								
Riqueza	0,271	0,197	0,279	0,189	0,213	1							
Densidad	-0,106	0,135	-0,419	0,406	-0,062	-0,134	1						
Biomasa	-0,015	-0,256	<b>0,650</b>	<b>-0,547</b>	0,296	0,232	-0,424	1					
Diversidad (J')	0,218	0,040	<b>0,767</b>	-0,406	<b>0,505</b>	0,065	-0,179	<b>0,721</b>	1				
Diversidad (H')	0,379	0,392	<b>0,730</b>	-0,222	<b>0,617</b>	0,042	0,097	0,432	<b>0,794</b>	1			
A. patagoniensis	0,112	-0,021	<b>-0,641</b>	0,386	<b>-0,524</b>	0,022	0,396	-0,338	<b>-0,508</b>	-0,472	1		
M. mactroides	0,087	-0,104	<b>0,816</b>	<b>-0,606</b>	0,437	0,297	<b>-0,617</b>	<b>0,734</b>	<b>0,601</b>	0,462	<b>-0,674</b>	1	
Lepidasthenia sp.	0,332	-0,078	0,043	0,118	-0,152	<b>0,505</b>	-0,356	0,024	-0,095	-0,113	-0,080	0,245	1
Sitio 1	-0,157	-0,251	<b>-0,536</b>	0,298	-0,314	-0,222	0,125	-0,501	<b>-0,532</b>	-0,470	0,345	-0,441	0,333
Sitio 2	0,031	0,188	-0,473	0,251	-0,376	-0,063	0,438	-0,188	-0,250	-0,250	<b>0,658</b>	<b>-0,567</b>	<b>-0,539</b>
Sitio 3	0,031	0,376	<b>0,504</b>	-0,360	<b>0,564</b>	-0,095	-0,063	0,000	0,188	0,407	<b>-0,658</b>	0,457	-0,254
Sitio 4	0,094	-0,314	<b>0,504</b>	-0,188	0,125	0,380	-0,501	<b>0,689</b>	<b>0,595</b>	0,313	-0,345	<b>0,552</b>	0,460

Los sitios fueron incluidos como variables suplementarias. En negrita se muestran las correlaciones significativas ( $p < 0,05$ )

#### 4.4. Discusión

El presente trabajo aporta información espacial y temporal de la zona intermareal de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có y constituye la primera descripción completa y exhaustiva de la fauna macrobentónica intermareal de esta franja costera. La fauna intermareal aquí descrita es similar a otras playas de arena subtropicales y templadas en relación a la dominancia de organismos filtradores, principalmente crustáceos y bivalvos (Brazeiro & Defeo 1996, Brazeiro *et al.* 1998, Barros *et al.* 2001, Jaramillo *et al.* 2001, Monteiro Neves & Bemvenuti 2006, Ramalho Fernandes & Soares-Gomes 2006, Das Neves *et al.* 2008, Pérez-Domingo *et al.* 2008). Sin embargo, el área de estudio muestra un empobrecimiento faunístico en relación a las costas uruguayas y brasileras, debido probablemente a la barrera ecológica que constituye el Río de la Plata en la dispersión austral de las especies (Escofet *et al.* 1979). En relación a otros trabajos para las costas argentinas, Escofet (1983) y posteriormente Ferrando *et al.* (2010) estudiaron las playas presentes en el golfo patagónico Golfo Nuevo y registraron una fauna dominada en su mayoría por poliquetos. Escofet (1983) postula que las condiciones de extrema protección de la costa podrían favorecer la dominancia de especies depositívoras y podría explicar la existencia de densas poblaciones de poliquetos como los maldánidos, grupo completamente ausente en este estudio; restringido a playas protegidas o planicies de marea (Escofet 1983).

Estudios previos en las playas del sur bonaerense muestran a la almeja amarilla, *Mesodesma mactroides*, como la especie dominante (Coscarón 1959, Escofet *et al.* 1979, Olivier *et al.* 1971, Penchaszadeh & Olivier 1975, Bastida *et al.* 1991). Olivier *et al.* (1971) listan algunas especies acompañantes a la población de *M. mactroides*: *Amiantis purpurata*, *Notocochlis isabelleana*, *Corbula* sp., *Diopatra* sp. y *Austinixa* sp. En este estudio la almeja amarilla presentó densidades mucho menores que las descritas por

estos autores. Antes del primer evento de mortandad masiva, en octubre de 1995, *Mesodesma mactroides* constituía un componente importante, en términos de abundancia y biomasa, de la comunidad intermareal de la playa de Monte Hermoso, alcanzando densidades de 462 individuos/m<sup>2</sup> durante 1968 (Olivier & Penchaszadeh 1968a) y 544 individuos/m<sup>2</sup> durante 1989 (Bastida *et al.* 1991). Luego del primer evento de mortandad masiva, Fiori & Cazzaniga (1999) registraron densidades de 31,92 ± 50,69 individuos/m<sup>2</sup>. En este estudio, la máxima densidad encontrada fue de 209 individuos/m<sup>2</sup> en el sitio 4 de Monte Hermoso durante el invierno de 2010; durante la primavera fue detectada una mortandad, causando una reducción en la densidad de este bivalvo en el verano siguiente con densidades de alrededor de 13 individuos/m<sup>2</sup>.

La especie numéricamente dominante en estas costas fue el cangrejo *Austinixa patagoniensis*, esta especie como todos los cangrejos pinotéridos, tiene un comportamiento ecológico peculiar: es simbiote de una gran variedad de invertebrados bentónicos (Schmitt *et al.* 1973), viviendo en la parte superior de las galerías de sus hospedadores y manteniéndose cerca de la entrada de estas estructuras (Manning & Felder 1989). *A. patagoniensis* es comunmente encontrado a lo largo de la costa Atlántica de Sudamérica desde Río de Janeiro (Brasil) hasta el Golfo San Matías (Argentina) (Boltovskoy 2007). Esta especie se encuentra ampliamente estudiada en la costa brasilera, donde se la describe en asociación con el cangrejo callianásido *Callichirus mayor* (dos Santos Alves *et al.* 2005) así como también con otro callianásido, *Sergio mirim* (dos Santos Alves & Pezzuto 1998, dos Santos Alves & Rodrigues 2003). Sin embargo para Argentina solo se cuenta con registros aislados de la misma (Boschi 1964, Boschi 1979, Elías *et al.* 2007). En este estudio, *A. patagoniesis* se encuentra en altas densidades (358 ± 333 organismos m<sup>-1</sup>) y habita en en interior de los tubos del cangrejo callianásido *Sergio mirim*. Por el método de muestreo utilizado, la densidad de *S. mirim* ha sido subestimada: estos individuos se mueven muy rápido y

son capaces de escapar del muestreador y moverse hacia niveles muy profundos donde no es posible su captura. Sin embargo la alta densidad de *A. patagoniensis* es un indicador de la presencia de *S. mirim*.

Se encontraron diferencias morfodinámicas entre las playas: Monte Hermoso fue clasificada como una playa disipativa, mientras que Pehuen-Có como una playa intermedia. Monte Hermoso se encuentra dominada por la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* mientras que Pehuen-Có por el crustáceo *Austinixa patagoniensis*.

Es sabido que la almeja amarilla, *Mesodesma mactroides*, se limita a playas disipativas y no se encuentra en playas intermedias y reflectivas (McLachlan *et al.* 1995, Fiori & Defeo 2006) y domina, en términos de abundancia y biomasa, la comunidad macrobentónica de playas disipativas micro y mesomareales (Defeo *et al.* 1992, Fiori *et al.* 2004). Thompson & Sánchez De Bock (2009) en un estudio donde analizan la influencia del estado morfodinámico en la abundancia de *M. mactroides*, concluyen que las fluctuaciones espaciales y temporales de los valores de densidad de la almeja amarilla se explican mejor por cambios en las variables físicas individuales, como el tamaño medio de los granos de arena, en lugar de cambios en índices compuestos (valores que integran la influencia de varios factores físicos relacionados con los procesos costeros). Es sabido que un mayor tamaño de grano afecta fuertemente el tiempo de enterramiento de los bivalvos (Alexander *et al.* 1993); estudios recientes demuestran que la habilidad de enterramiento de la almeja amarilla se encuentra claramente afectada por el tamaño de partícula de arena. La capacidad de enterramiento resulta más rápida en arenas medias a finas y disminuye o se vuelve más dificultosa en tamaños de grano más extremos (gruesos o muy finos) (Fiori, inédito). Por lo tanto, la heterogeneidad en la distribución de esta especie puede estar dada por variaciones en la composición del sustrato (McLachlan 1990, McLachlan *et al.* 1993, Brazeiro 2001).

*Austinixa patagoniensis*, por su parte, es comunmente encontrado en el intermareal de playas de arena disipativas y reflectivas (Boltovskoy 2007). Sin embargo, nada se sabe acerca de su comportamiento en relación al estado morfodinámico, sin embargo, su ocurrencia en tipos morfodinámicos contrastantes provee una oportunidad para evaluar la adaptación de la especie a las variaciones morfodinámicas de las playas. Su asociación con cangrejos callianásidos se ha descrito para playas de arena semi-protegidas (dos Santos Alves *et al.* 2005, Peiró *et al.* 2011) o cercanas a la boca de lagunas o estuarios (Manning & Felder 1989, dos Santos Alves & Pezzutto 1998). En cambio, no se encuentra en playas expuestas de Uruguay y Brasil. La gran densidad de *A. patagoniensis* en asociación con *Sergio mirim* en las costas expuestas del área de estudio, puede explicarse por la cercanía al Estuario de Bahía Blanca. Las galerías de *S. mirim* a las que se encuentra asociado *A. patagoniensis* presentan en su composición una importante fracción pelítica (limo-arcilla) (Vega *et al.* 1989), que probablemente se encuentre más disponible cuanto mayor sea la cercanía al Estuario de Bahía Blanca (Perillo *et al.* 2000). De hecho, su densidad aumenta gradualmente a lo largo de los sitios de muestreo, desde el sitio 1 (más cercano al estuario) al sitio 4 (más alejado).

Los parámetros biológicos que caracterizan esta franja costera variaron dentro de los sitios de muestreo y estos resultados concuerdan con lo postulado en la Hipótesis de Exclusión de *Swash* (SEH); los sitios correspondientes a la playa disipativa (Monte Hermoso) presentan mayores valores de diversidad, riqueza y biomasa (en la mayoría de los casos). Sin embargo, la mayor predicción de ese paradigma no se cumple en estas playas: la densidad total es mayor en los sitios correspondientes a la playa de Pehuen-Có; esto podría explicarse por la dinámica de eventos de mortalidad que experimenta la especie dominante de la playa de Monte Hermoso: la almeja amarilla *Mesodesma mactroides*. Estos episodios pueden alterar los patrones espaciales de abundancia y



llevar a variaciones en las predicciones. En estudios a largo plazo, autores encontraron que ciertas fluctuaciones en la diversidad y densidad están claramente influenciadas por la dinámica poblacional de las especies numéricamente dominantes (Defeo 1996), por ejemplo en las playas atlánticas uruguayas la almeja *Donax hanleyanus* y el cangrejo *Emerita brasiliensis* aumentaron drásticamente durante 10 años después de que *Mesodesma mactroides* experimentara mortandades masivas (Defeo & McLachlan 2005). En la zona de estudio, no existen estudios comunitarios pre-mortalidad que nos lleven a detectar cambios en la estructura de la comunidad.

En general, los ensambles macrobentónicos de las playas de arena templadas presentan una alta variabilidad temporal de la abundancia, algunos autores sugieren que esto podría estar relacionado con la estacionalidad de los reclutamientos (Holland & Polgar 1976, Dexter 1979, 1984, Haynes & Quinn 1995, Defeo 1996, Jaramillo *et al.* 1996). En este estudio, los análisis indican la existencia de un patrón estacional en la estructura de la comunidad, dado principalmente por una gran abundancia de *Austinixa patagoniensis* y de *Sergio mirim* durante el otoño; una mayor abundancia de *M. mactroides*, *E. armata* y un anfípodo de la familia Phoxocephalidae durante el invierno; una mayor abundancia de *Lepidasthenia* sp. durante la primavera y de un poliqueto de la familia Paraonidae durante el verano. Por otro lado, las fluctuaciones en la densidad y la biomasa entre estaciones del año fueron menos evidentes.

Los resultados de este estudio demuestran variaciones espaciales y temporales en la comunidad macrobentónica; que reflejan diferentes patrones de adaptación de los organismos a un ambiente variable.

## 5. MACROFAUNA BENTÓNICA INTERMAREAL: PATRÓN DE ZONACIÓN

### 5.1. Introducción

Las exigencias o tolerancias específicas de cada especie a los diferentes factores ecológicos, resultan en una distribución vertical de los organismos en franjas o zonas características, siendo esto conocido como zonación (McLachlan & Jaramillo 1995). La zonación es evidente en costas rocosas, donde la distribución de los organismos es fácilmente observada y las zonas suelen ser fácilmente definibles. En cambio, en las playas de arena, la mayoría de los organismos no están visibles en la superficie; casi la totalidad de la fauna suele estar en el interior del sedimento (Gianuca 1987) y por lo tanto, la definición de las zonas no es tan evidente.

A pesar de las dificultades para determinar la zonificación de las playas de arena, se han propuesto diversos esquemas, los cuales se pueden agrupar en cuatro categorías (McLachlan & Jaramillo, 1995): (i) sin zonación clara, (ii) dos zonas, los que respiran en el aire, por encima del nivel de marea y los que respiran en el agua (formas marinas) por debajo del nivel de marea, (iii) tres zonas basadas originalmente en Dahl (1952), y (iv) 4 zonas basadas originalmente en Salvat (1964).

Dahl (1952), basado en la distribución de los crustáceos, propuso una división en tres zonas: (i) la zona supralitoral con organismos que respiran en el aire, por encima del nivel de marea, donde por lo general habitan cangrejos ocypódidos, anfípodos, isópodos oniscídeos e isópodos cirolánidos; (ii) la zona litoral, donde habitan verdaderas especies intermareales, como isópodos cirolánidos, anfípodos y poliquetos y (iii) la zona sublitoral que se extiende desde la zona de *surf* hacia el mar, donde se pueden encontrar una amplia variedad de organismos tales como bivalvos, cangrejos, misidáceos, anfípodos y poliquetos. Salvat (1964) propone un esquema de zonificación que divide la

playa en cuatro zonas basadas en factores físicos tales como el contenido de humedad del sedimento: (i) zona de arena seca; (ii) zona de retención; (iii) zona de resurgencia y (iv) zona de saturación. A pesar de estas propuestas, se mantiene la controversia con respecto a la validez de los esquemas de zonificación en las playas de arena (Raffaelli *et al.* 1991), los cuales han sido discutidos en detalle por McLachlan & Jaramillo (1995) en su revisión integral de las playas de arena intermareales de costas abiertas; estos autores concluyen que la zonificación en las playas de arena es dinámica y varía según el tipo de playa, la estación del año, el comportamiento rítmico o la movilidad de sus habitantes y los aumentos a corto plazo en el nivel del mar generados por tormentas de marea y por mareas barométricas.

En Argentina, un antecedente importante lo constituyen el trabajos de Escofet (1983). Sin embargo, no existen trabajos actualizados sobre la zonación en playas arenosas.

### 5.1.1. Hipótesis de trabajo

*El gradiente ambiental generado por la distancia a la línea de marea determina la distribución espacial y temporal de los ensamblajes macrobentónicos*

Predicción: La zona intermareal presentará patrones de zonificación espaciales y temporales que reflejan la adaptación de las especies a las variaciones estacionales y al gradiente ambiental generado por la distancia a la línea de marea.

### 5.1.2. Objetivo específico

- Identificar patrones de variación espacial y temporal en la composición de la comunidad macrobentónica a través del gradiente ambiental generado por la distancia a la línea de marea.

## **5.2. Materiales y Métodos**

### 5.2.1. Trabajo de campo

La comunidad macrobentónica de la zona intermareal de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có fue muestreada estacionalmente durante 2010. Por detalles en relación a los sitios de muestreo y a los materiales y métodos utilizados vea la sección 2.2.2.

## 5.2.2. Análisis de los datos

### 5.2.2.1. Análisis univariado

Para cada una de las zonas (alta, media y baja) resultantes de la agrupación de niveles 1 a 12 (ver sección 2.2.2) se calculó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), la riqueza ( $S$ ), la biomasa ( $\text{g.m}^{-2}$ ) y la densidad ( $\text{ind.m}^{-2}$ ). Estos fueron graficados y comparados a través de ANOVA simple (factor: zonas del intermareal - un análisis para cada estación del año). Las densidades de cada especie en relación a la zona dentro del área intermareal fueron graficadas y comparadas mediante el test no paramétrico Kruskal-Wallis, debido al rechazo de los supuestos de normalidad y homoscedasticidad aún luego de aplicar las transformaciones adecuadas.

Se construyeron histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para cada nivel del intermareal donde fueron tomadas las muestras, dentro de las zonas alta (A), media (M) y baja (B). Con el objetivo de poner a prueba diferencias en las características texturales a lo largo del perfil de playa, se llevó a cabo un test  $\text{Chi}^2$  entre las zonas (A, M y B) entre sitios de muestreo y estaciones del año.

### 5.2.2.2. Análisis multivariado

Con el objetivo de describir los patrones de zonación, los valores de densidad de cada nivel de la playa para cada sitio de muestreo y estación del año fueron calculados y utilizados para graficar diagramas de cometa (*kite diagrams*). A su vez, los datos de abundancia de las especies en cada estación del año y sitio de muestreo fueron representados por medio de dendrogramas resultantes del análisis de agrupamiento (*cluster analysis* – UPGMA) y a través de un análisis de escalamiento multidimensional

no-métrico (MDS). Este análisis se considera el más robusto para verificar la zonificación de la macrofauna bentónica en las playas de arena (Kenkel & Orloci 1986, Raffaelli *et al.* 1991).

Se llevaron a cabo Análisis de Correspondencia Canónica (ACC); un análisis para cada estación del año, con el fin de establecer relaciones entre las especies y las variables físicas del sedimento (Ter Braak 1986).

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Caracterización del sedimento

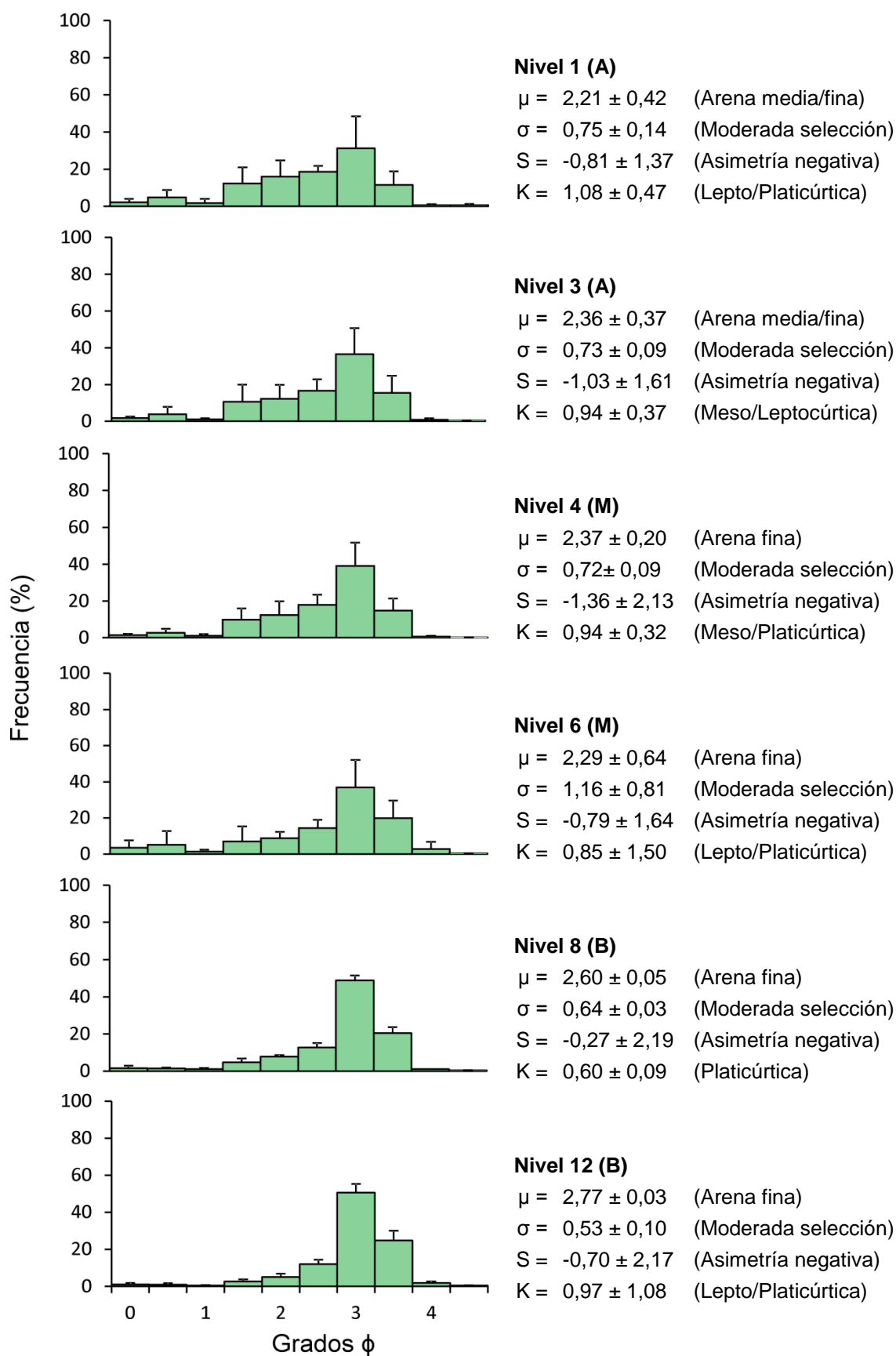
El sitio 1 se caracterizó por la presencia de sedimentos de grano fino a medio, arenas moderadamente seleccionadas y con asimetría negativa. Las curvas de distribución de frecuencia van de leptocúrticas a platicúrticas (Fig. 5.1). Durante el otoño y el invierno no se detectaron diferencias entre los histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena entre niveles de la playa ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ); mientras que durante la primavera y el verano se detectaron diferencias entre zonas a lo largo del intermareal: entre el nivel bajo (B) con los niveles alto (A) y medio (M) ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ), sin detectarse diferencias entre los niveles A y M ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ).

El sitio 2 se caracterizó por la presencia de sedimentos de grano fino a medio, arenas moderadamente seleccionadas y con asimetría negativa. Las curvas de distribución de frecuencia van de leptocúrticas a platicúrticas (Fig. 5.2). Durante otoño, invierno y verano se detectaron diferencias entre el nivel A con los niveles M y B ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ), sin detectarse diferencias entre los niveles M y B ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ); durante la primavera, se detectaron diferencias entre todos los niveles del intermareal: A, M y B ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ),

El sitio 3 se caracterizó por la presencia de sedimentos de grano fino, arena moderadamente seleccionada y con asimetría negativa. Las curvas de distribución de frecuencia van de leptocúrticas a platicúrticas (Fig. 5.3). Durante otoño, invierno y verano no se detectaron diferencias entre los histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena entre los niveles de la playa ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ); mientras que durante primavera se detectaron diferencias entre el nivel A con los niveles M y B ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ), sin detectarse diferencias entre los niveles M y B ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ).

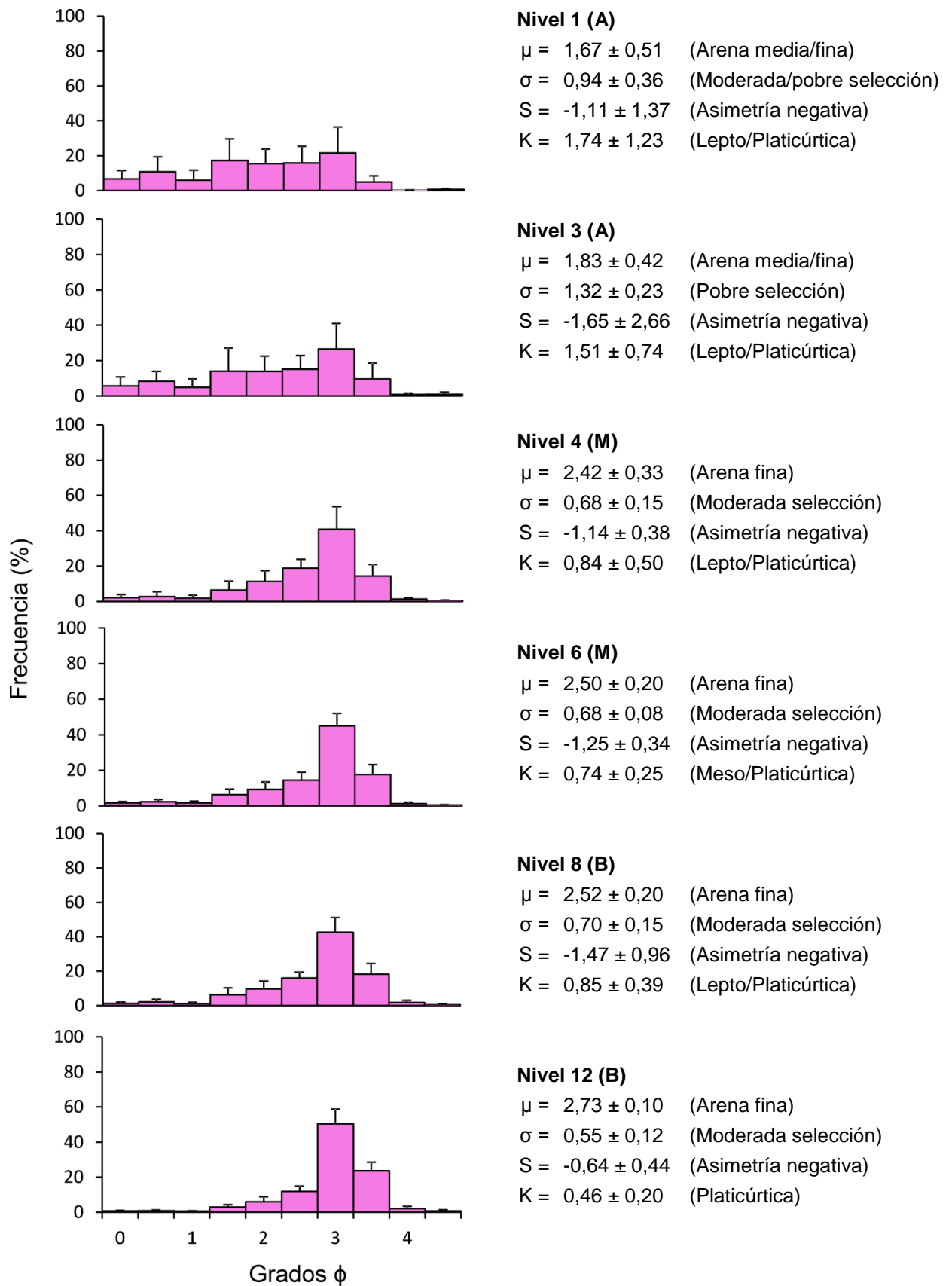
El sitio 4 se caracterizó por la presencia de sedimentos de grano fino a medio, arenas moderadamente seleccionadas y con asimetría negativa. Las curvas de distribución de frecuencias van de leptocúrticas a platicúrticas (Figura 5.4). Durante el otoño, primavera y verano se detectaron diferencias entre el nivel B con los niveles A y M ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ), sin detectarse diferencias entre los niveles A y M; durante el invierno, se detectaron diferencias entre el nivel M con los niveles A y B ( $Chi^2$ ;  $p < 0,05$ ), sin detectarse diferencias entre los niveles A y B ( $Chi^2$ ;  $p > 0,05$ ).

En cuanto a la granulometría de los niveles de la zona intermareal durante el año, se pudo observar que la zona A varía fuertemente entre estaciones del año, mayormente entre otoño y primavera. En cuanto a la zona M, aunque en menor número de comparaciones, también varía entre estaciones del año y mayormente entre otoño y primavera. En cuanto a la zona B, ésta presenta sus características físicas estables a lo largo del año, no registrándose diferencias en los análisis  $Chi^2$  entre estaciones del año (Tabla 5.1).

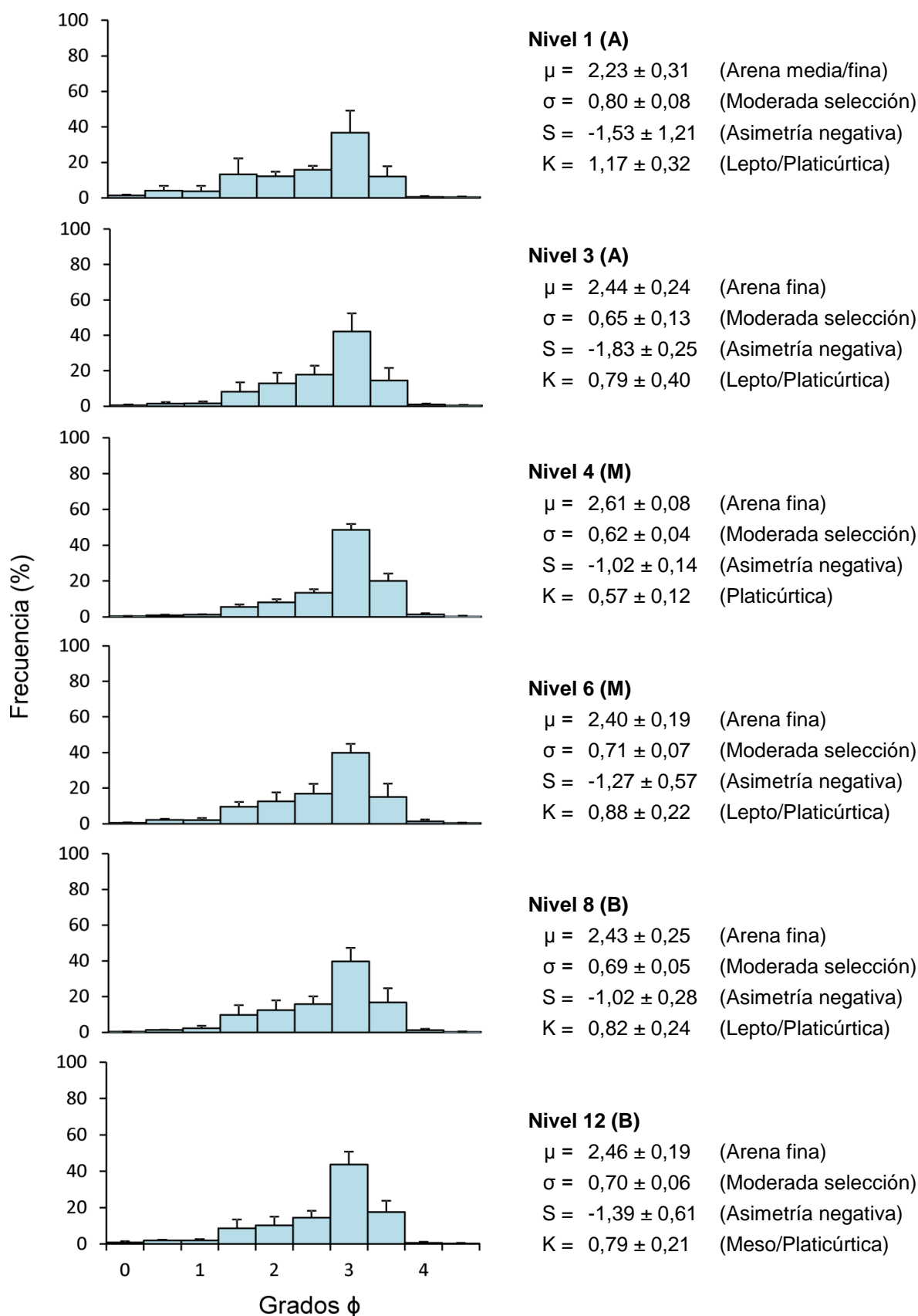


**Figura 5.1.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 1 (Pehuen-Có), en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento. A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.

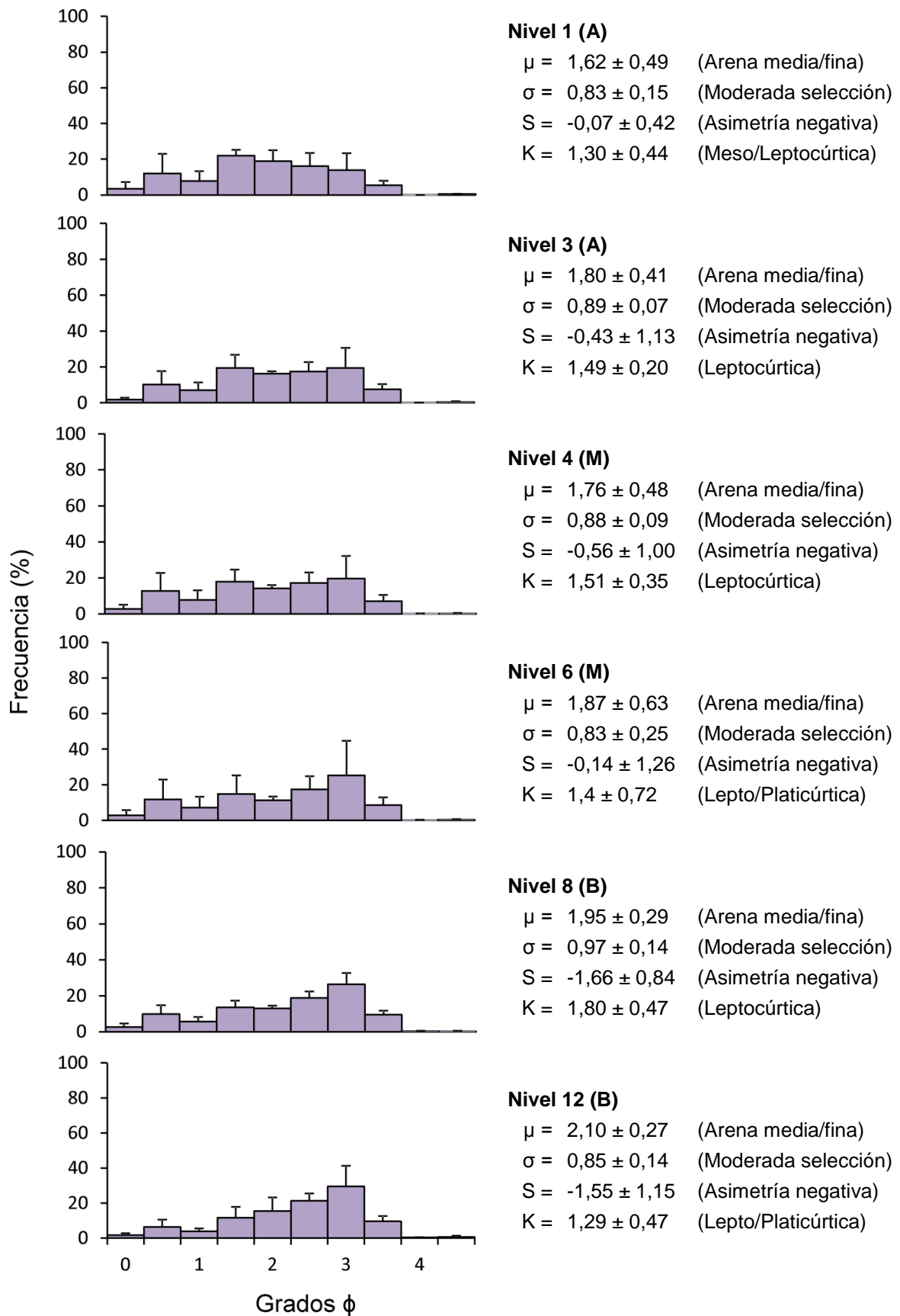




**Figura 5.2.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 2 (Pehuen-Có) en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento. A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.



**Figura 5.3.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 3 (Monte Hermoso) en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento. A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.



**Figura 5.4.** Histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena para el sitio 4 (Monte Hermoso) en los niveles donde fueron tomadas las muestras de sedimento A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.

Tabla 5.1.1. Resultados del test  $\chi^2$ . O: otoño, I: invierno, P: primavera, V: verano, A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.

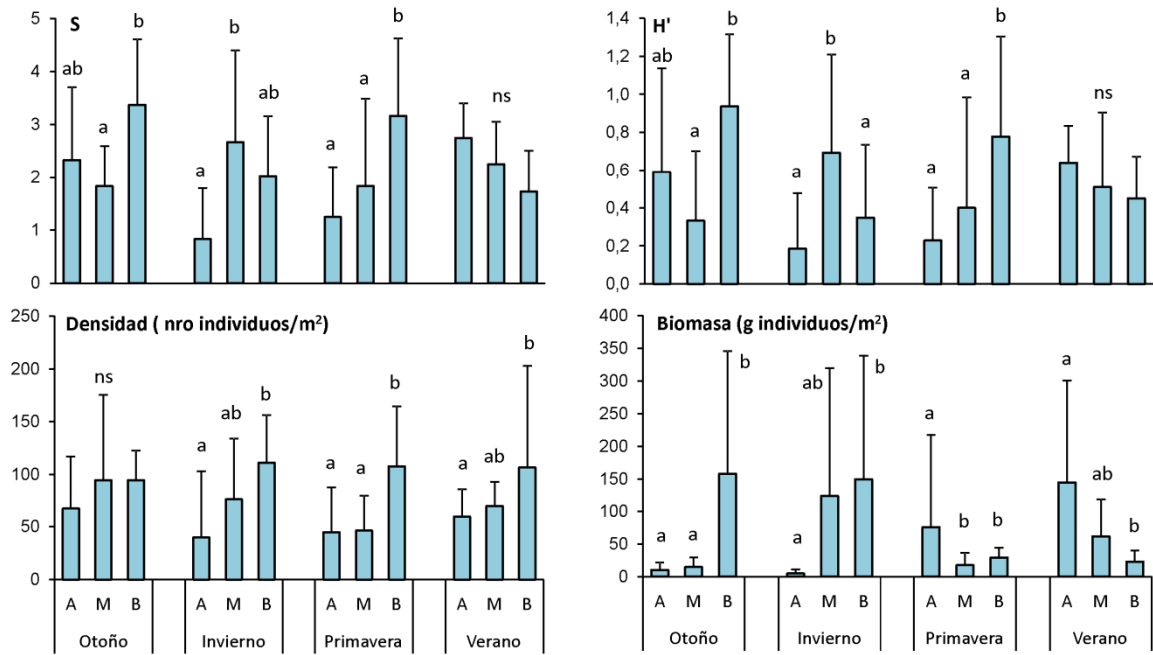
	Sitio 1						Sitio 2					
	A			M			A			M		
	$\chi^2$ (9)	p	$\chi^2$ (9)	p	$\chi^2$ (9)	p	$\chi^2$ (9)	p	$\chi^2$ (9)	p	$\chi^2$ (9)	p
O-I	2,56	0,98	4,25	0,89	1,15	0,99	5,57	0,78	14,01	0,12	4,56	0,87
O-P	50,11	<0,0001	30,91	0,0003	2,53	0,98	73,66	<0,0001	20,07	0,02	6,14	0,72
O-V	30,46	0,0004	29,24	0,0006	0,93	0,99	30,43	0,0004	8,94	0,44	7,22	0,61
I-P	49,81	<0,0001	18,58	0,03	4,87	0,84	60,78	<0,0001	3,68	0,93	4,28	0,89
I-V	31,08	0,0003	21,75	0,009	0,96	0,99	29,95	0,0004	3,36	0,95	3,25	0,95
P-V	7,56	0,58	15,67	0,07	4,52	0,87	74,16	<0,0001	9,8	0,36	3,49	0,94
	Sitio 3						Sitio 4					
O-I	10,53	0,31	7,06	0,63	12,17	0,2	34,82	0,0001	4,82	0,85	9,81	0,36
O-P	28,65	0,0007	4,79	0,85	0,96	0,99	29,14	0,0006	24,64	0,003	10,63	0,30
O-V	5,58	0,78	10,42	0,32	13,31	0,15	51,5	<0,0001	51,95	<0,0001	4,67	0,86
I-P	6,41	0,70	1,15	0,99	15,98	0,06	4,12	0,90	42,59	<0,0001	8,83	0,45
I-V	6,95	0,64	1,11	0,99	1,75	0,99	3,73	0,93	73,33	<0,0001	6,95	0,64
P-V	18,33	0,03	17,32	0,04	3,51	0,94	7,09	0,63	18,33	0,03	7,82	0,55

### 5.3.2. Caracterización biológica de las zonas

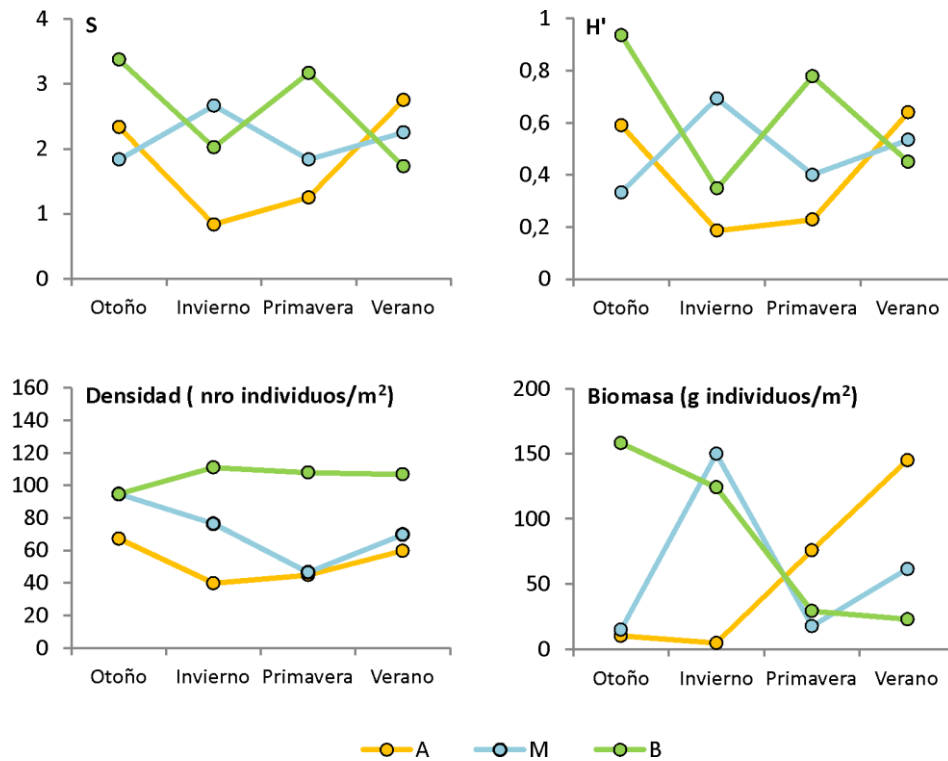
Los valores medios del índice de diversidad ( $H'$ ), riqueza ( $S$ ), abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) y biomasa (g/m<sup>2</sup>) se pueden observar en las Figuras 5.5 y 5.6, donde se observan los valores por zona (A, M y B) y discriminados por estación del año.

La riqueza resultó mayor en B durante el otoño ( $F_{(2,40)}=4,48$ ;  $p=0,02$ ) y la primavera ( $F_{(2,39)}=6,68$ ;  $p=0,003$ ) y en el nivel M durante el invierno ( $F_{(2,39)}=4,18$ ;  $p=0,02$ ), durante el verano no se encontraron diferencias significativas en el valor de riqueza entre zonas del intermareal ( $F_{(2,37)}=0,04$ ;  $p=0,96$ ). El índice de Shannon ( $H'$ ) siguió la misma tendencia, con un mayor valor en B durante el otoño ( $F_{(2,40)}=5,12$ ;  $p=0,01$ ) y la primavera ( $F_{(2,39)}=5,89$ ;  $p=0,006$ ) y en el nivel M durante el invierno ( $F_{(2,39)}=5,78$ ;  $p=0,006$ ), sin registrarse diferencias significativas entre zonas del intermareal durante el verano ( $F_{(2,37)}=0,71$ ;  $p=0,49$ ).

La densidad resultó mayor en B durante invierno ( $F_{(2,39)}=2,97$ ;  $p=0,06$ ), primavera ( $F_{(2,39)}=4,86$ ;  $p=0,01$ ) y verano ( $F_{(2,37)}=2,43$ ;  $p=0,10$ ), mientras que durante el otoño no se detectaron diferencias significativas entre zonas ( $F_{(2,40)}=0,68$ ;  $p=0,51$ ). La biomasa resultó mayor en B durante el otoño ( $F_{(2,40)}=6,34$ ;  $p=0,004$ ) y el invierno ( $F_{(2,39)}=2,64$ ;  $p=0,08$ ) y mayor en A durante primavera ( $F_{(2,39)}=3,27$ ;  $p=0,05$ ) y verano ( $F_{(2,37)}=2,52$ ;  $p=0,09$ ).



**Figura 5.5.** Parámetros biológicos (media  $\pm$  desvío estándar) de cada zona del área intermareal: A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año. S: riqueza, H': diversidad de Shannon. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5.6.** Parámetros biológicos de cada zona del área intermareal: A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año, mostrando la existencia de interacciones. S: riqueza, H': diversidad de Shannon.

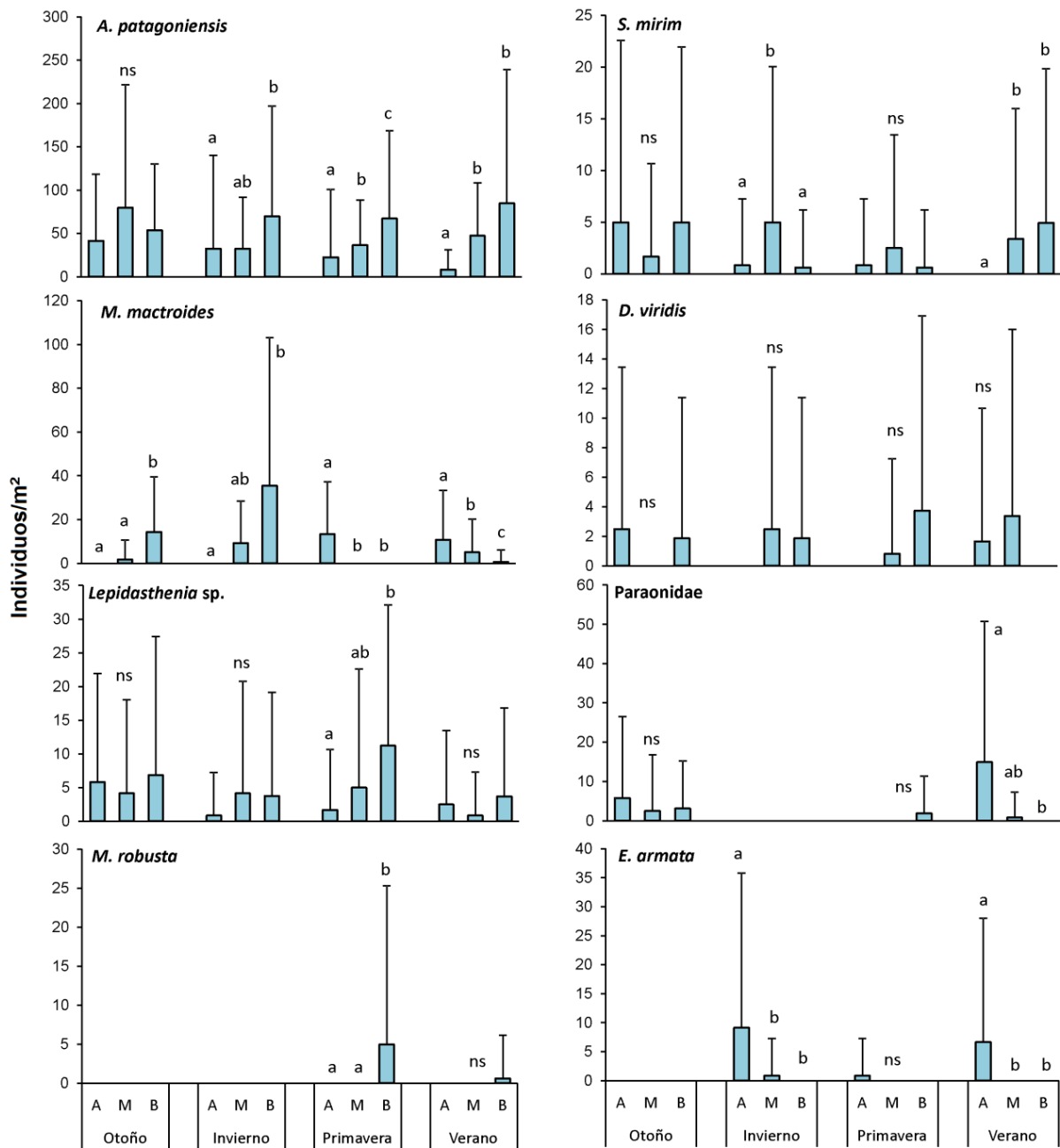
El análisis de la distribución de las especies individuales también reveló una gran variabilidad temporal. Las figuras 5.7 y 5.8 muestran la posición espacial de la distribución de algunos taxones para cada estación del año. La mayor densidad de *Austinixa patagoniensis* se registró en B durante invierno ( $H_{(2)}=9,59$ ;  $p=0,001$ ), primavera ( $H_{(2)}=26,20$ ;  $p<0,0001$ ) y verano ( $H_{(2)}=35,88$ ;  $p<0,0001$ ), a excepción de otoño, en donde no se registraron diferencias significativas en la densidad de *A. patagoniensis* entre zonas ( $H_{(2)}=4,10$ ;  $p=0,08$ ). El cangrejo *Sergio mirim* no mostró diferencias en su densidad dentro de las zonas durante otoño ( $H_{(2)}=0,35$ ;  $p=0,41$ ) y primavera ( $H_{(2)}=0,16$ ;  $p=0,33$ ); mientras que se registró mayor densidad en la zona M en invierno ( $H_{(2)}=0,92$ ;  $p=0,018$ ) y en las zonas M y B en verano ( $H_{(2)}=1,02$ ;  $p=0,049$ ).

En concordancia con su hábito migrador, la almeja *Mesodesma mactroides*, mostró diferencias significativas en su densidad dentro de las zonas: durante otoño ( $H_{(2)}=8,79$ ;  $p<0,0001$ ) e invierno ( $H_{(2)}=10,64$ ;  $p<0,0001$ ) las mayores densidades se registraron en B, mientras que durante primavera ( $H_{(2)}=7,87$ ;  $p<0,0001$ ) y verano ( $H_{(2)}=3,66$ ;  $p=0,0008$ ) las mayores densidades se registraron en A.

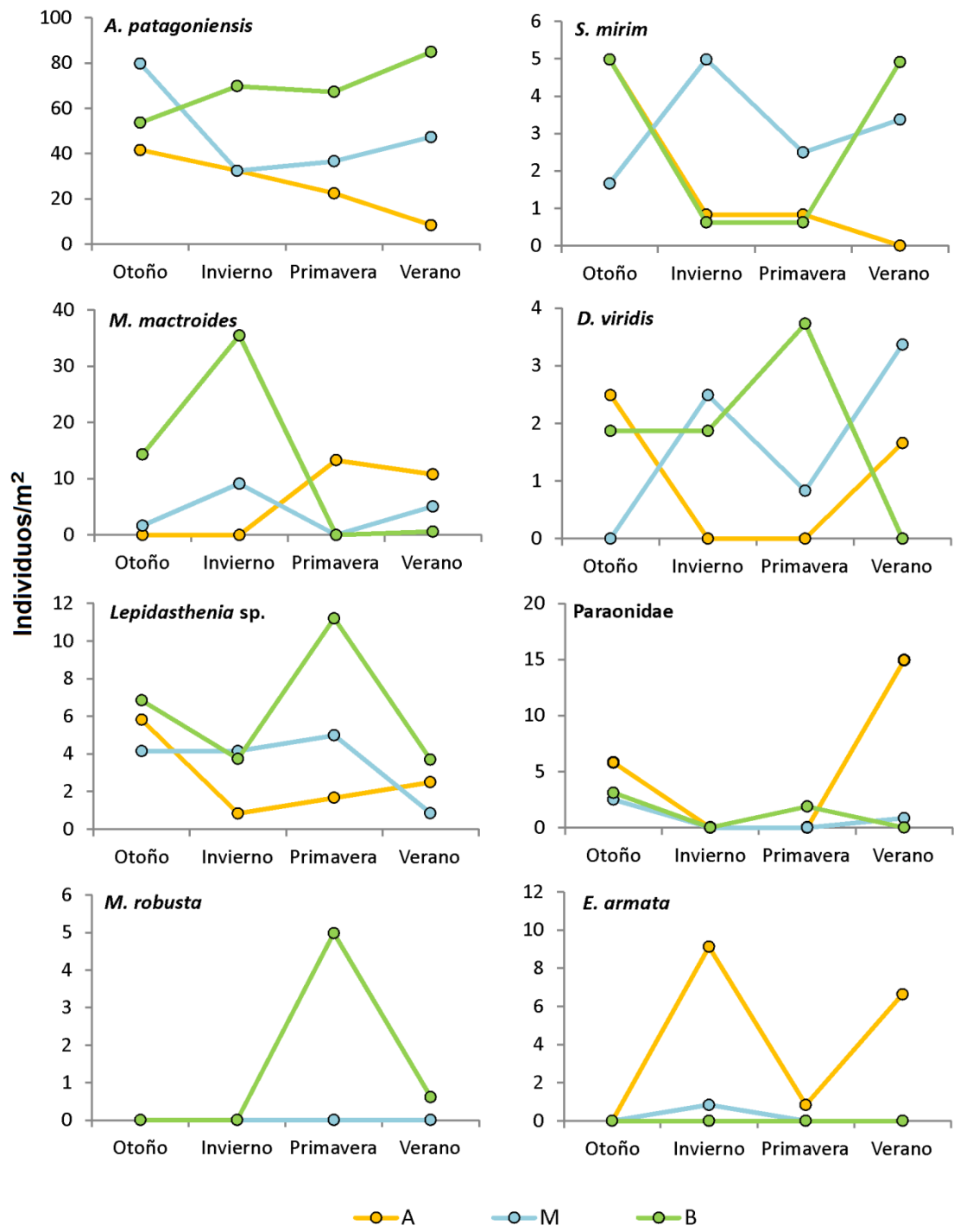
El poliqueto *Diopatra viridis* no mostró diferencias significativas en su densidad entre las zonas durante otoño ( $H_{(2)}=0,25$ ;  $p=0,24$ ), invierno ( $H_{(2)}=0,25$ ;  $p=0,24$ ), primavera ( $H_{(2)}=0,66$ ;  $p=0,08$ ) y verano ( $H_{(2)}=0,47$ ;  $p=0,07$ ). En cuanto al poliqueto *Lepidasthenia* sp., no se registraron diferencias significativas en su densidad entre zonas durante otoño ( $H_{(2)}=0,13$ ;  $p=0,3479$ ), invierno ( $H_{(2)}=0,29$ ;  $p=0,36$ ) y verano ( $H_{(9)}=0,33$ ;  $p=0,31$ ), mientras que en primavera se registra una mayor densidad en B ( $H_{(9)}=2,13$ ;  $p=0,002$ ). El poliqueto perteneciente a la familia Paraonidae, mostró una considerable variabilidad en su distribución a lo largo del año: no se registra durante el invierno, en verano se registra mayor densidad en A ( $H_{(2)}=4,71$ ;  $p<0,0001$ ) mientras que durante otoño ( $H_{(2)}=0,23$ ;  $p=0,51$ ) y primavera ( $H_{(2)}=0,20$ ;  $p=0,10$ ) no se registran diferencias significativas en su densidad a lo largo del intermareal.

El isópodo *Macrochiridothea robusta*, no se registró durante otoño e invierno, mientras que durante primavera ( $H_{(2)}=0,81$ ;  $p=0,009$ ) y verano se registró solo en B, aunque en verano las diferencias no fueron significativas ( $H_{(2)}=0,02$ ;  $p=0,48$ ). Por último, el isópodo *Excirolana armata*, no se registró durante otoño, mientras que durante invierno ( $H_{(9)}=1,54$ ;  $p=0,001$ ), primavera y verano ( $H_{(9)}=1,25$ ;  $p=0,0008$ ) se registró en A, aunque en primavera las diferencias no fueron significativas ( $H_{(9)}=0,03$ ;  $p=0,31$ ).





**Figura 5.7.** Media  $\pm$  desvío estándar de las densidades de ocho especies intermareales a lo largo de las tres zonas (A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5.8.** Densidades de ocho especies intermareales a lo largo de las tres zonas (A: zona alta, M: zona media, B: zona baja) y para cada estación del año, mostrando la existencia de interacciones.

### 5.3.3. Zonación

Los agrupamientos faunísticos fueron interpretados de acuerdo con los resultados de los diagramas de cometa y los análisis multivariados (MDS y UPGMA) que se observan en las Figuras 5.9 a 5.24.

Para el sitio 1; durante el otoño (Fig. 5.9), no se pudo observar un patrón claro en la distribución de las especies en la zona intermareal; durante el invierno (Fig. 5.10), los análisis multivariados determinaron la formación de tres grupos: niveles 1-3, niveles 4-8 y niveles 9-10; durante la primavera (Fig. 5.11), se observó la formación de dos grupos: niveles 1-7 y niveles 8-10; mientras que durante el verano (Fig. 5.12), se observó la formación de 2 grupos: niveles 1-2 y niveles 3-10.

Para el sitio 2; durante el otoño (Fig. 5.13), no se pudo observar un patrón claro en la distribución de las especies en la zona intermareal; durante el invierno (Fig. 5.14), los análisis multivariados determinaron la formación de tres grupos: nivel 3, niveles 4-6 y niveles 7-10; durante la primavera (Fig. 5.15), se observó la formación de tres grupos: nivel 1, niveles 6-7 y niveles 8-12; mientras que durante el verano (5.16), se observó la formación de 3 grupos: niveles 1-2, niveles 3-5 y niveles 6-10.

Para el sitio 3; durante el otoño (Fig. 5.17), no se pudo observar un patrón claro en la distribución de las especies en la zona intermareal; durante el invierno (Fig. 5.18), los análisis multivariados determinaron la formación de tres grupos: nivel 3, niveles 4-7 y niveles 8-10; durante la primavera (Fig. 5.19), se observó la formación de dos grupos: niveles 2-3 y niveles 4-10; mientras que durante el verano (Fig. 5.20), se observó la formación de dos grupos: niveles 1-2 y niveles 3-10.

Para el sitio 4; durante el otoño (Fig. 5.21), los análisis multivariados determinaron a la formación de dos grupos: niveles 1-2 y niveles 3-10; durante el invierno (Fig. 5.22), los análisis multivariados determinaron la formación de dos

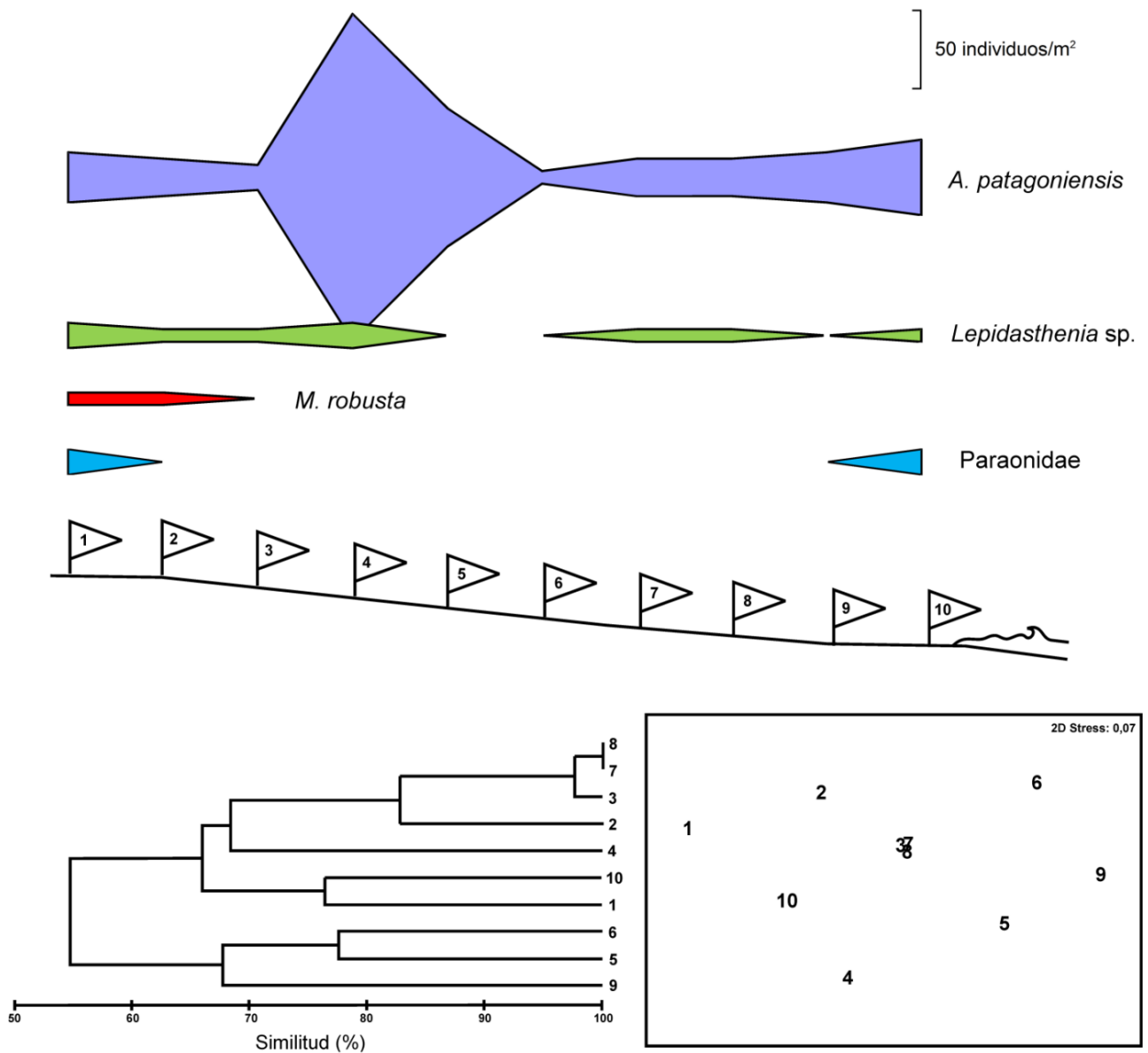
grupos: niveles 1-3 y niveles 9-12; durante la primavera (Fig. 5.23), se observó la formación de dos grupos: niveles 1-3 y niveles 4-10; mientras que durante el verano (Fig. 5.24), se observó la formación de dos grupos: niveles 1-3 y niveles 4-10.

En líneas generales, durante el otoño se diferencian dos zonas: una zona superior caracterizada por la presencia de los poliquetos *Glycera americana* y *Lepidasthenia* sp., y una zona media e inferior caracterizada por la presencia de los crustáceos *Austinixa patagoniensis* y *Sergio mirim* y los bivalvos *Mesodesma mactroides*, *Corbula patagonica* y *Amiantis purpurata*.

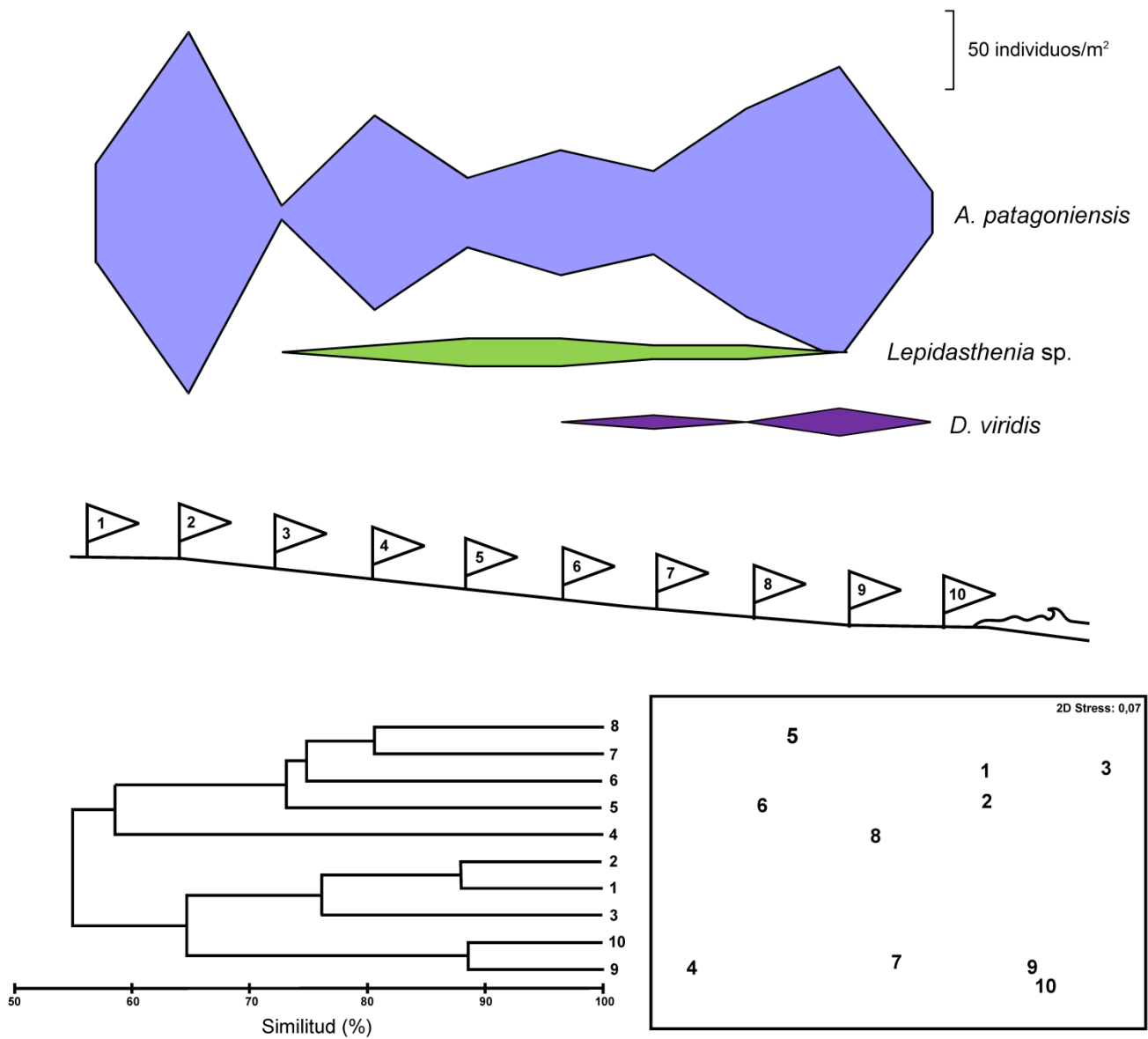
Durante el invierno se registran mayormente tres zonas: la zona superior se caracteriza por la presencia del isópodo *Excirolana armata* y por el cangrejo *Austinixa patagoniensis*; la zona media se encuentra ocupada por los cangrejos *A. patagoniensis* y *Sergio mirim* y por los poliquetos *Lepidasthenia* sp. y *Diopatra viridis*; la zona inferior también se encuentra ocupada por los poliquetos *Lepidasthenia* sp. y *D. viridis*, por el cangrejo *A. patagoniensis* y por la almeja *Mesodesma mactroides*.

Durante la primavera se registran mayormente de dos zonas: las zona superior y media se caracterizan por la presencia del bivalvo *Mesodesma mactroides* y el cangrejo *Austinixa patagoniensis* respectivamente; la zona inferior caracterizada también por el cangrejo *A. patagoniensis* y por los poliquetos *Lepidasthenia* sp., *Diopatra viridis* y otro perteneciente a la familia Paraonidae, moluscos como *Buccinanops duartei* y *Corbula patagonica* e isópodos como *Macrochiridothea robusta*.

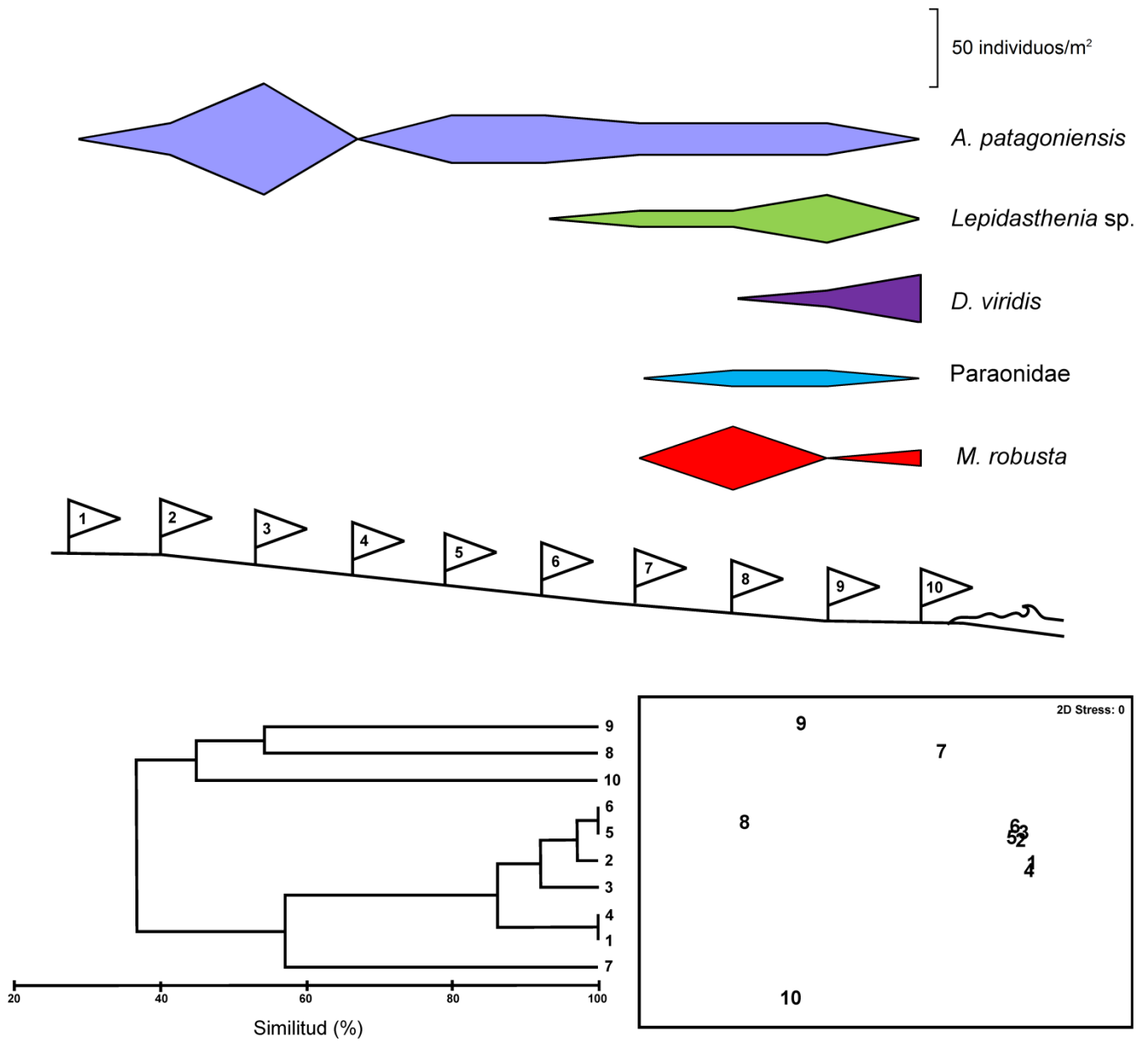
Durante el verano se registran mayormente dos zonas: la zona superior caracterizada por la almeja *Mesodesma mactroides*, por el isópodo *Excirolana armata*, por el poliqueto *Diopatra viridis* y por otros poliquetos de las familias Paraonidae y Polynoidae; mientras que las zonas media e inferior se encuentran ocupadas por los cangrejos *Austinixa patagoniensis* y *Sergio mirim* y por el poliqueto *Australonuphis casamiquelorum*.



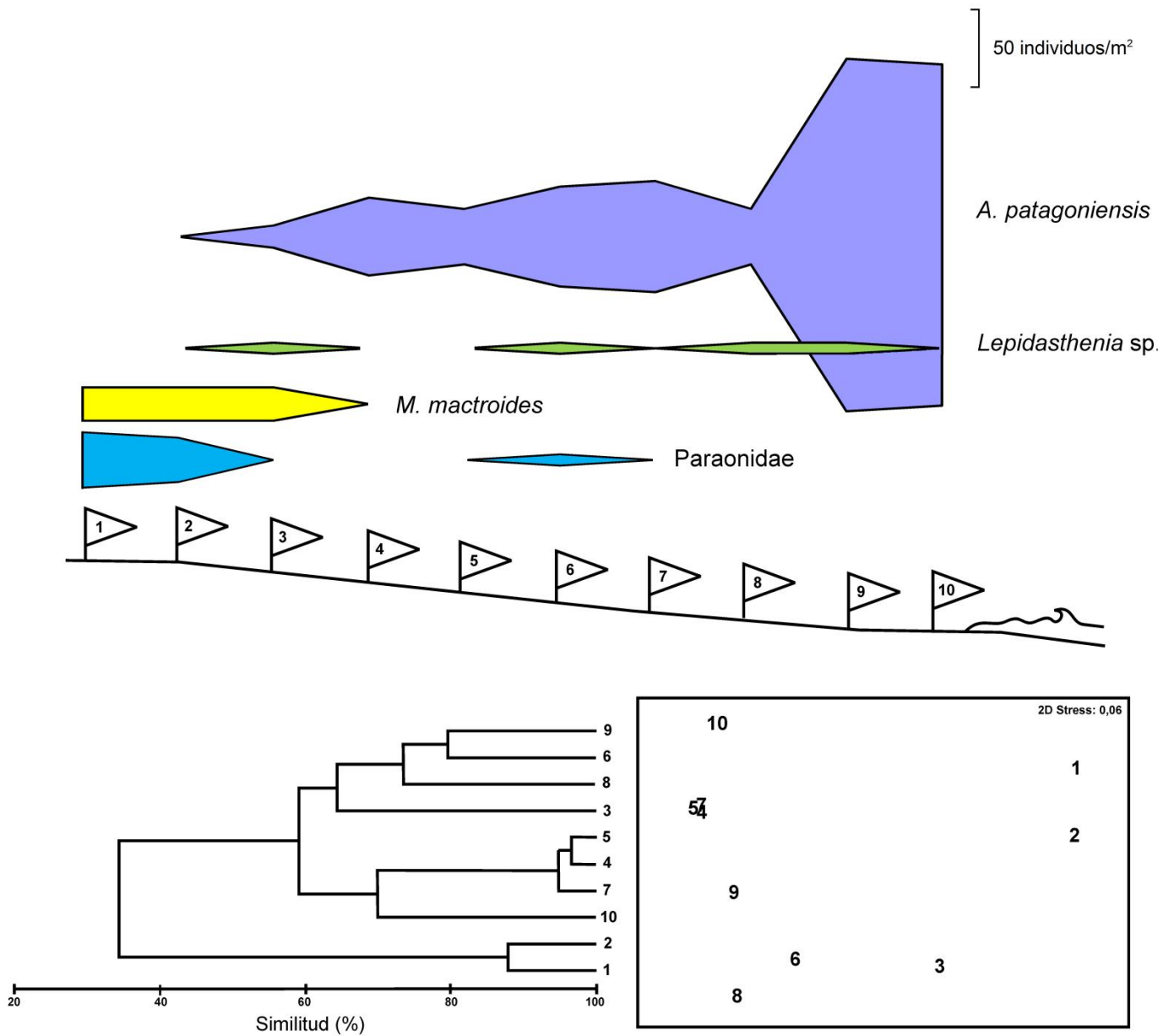
**Figura 5.9.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el otoño. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.



**Figura 5.10.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el invierno. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.

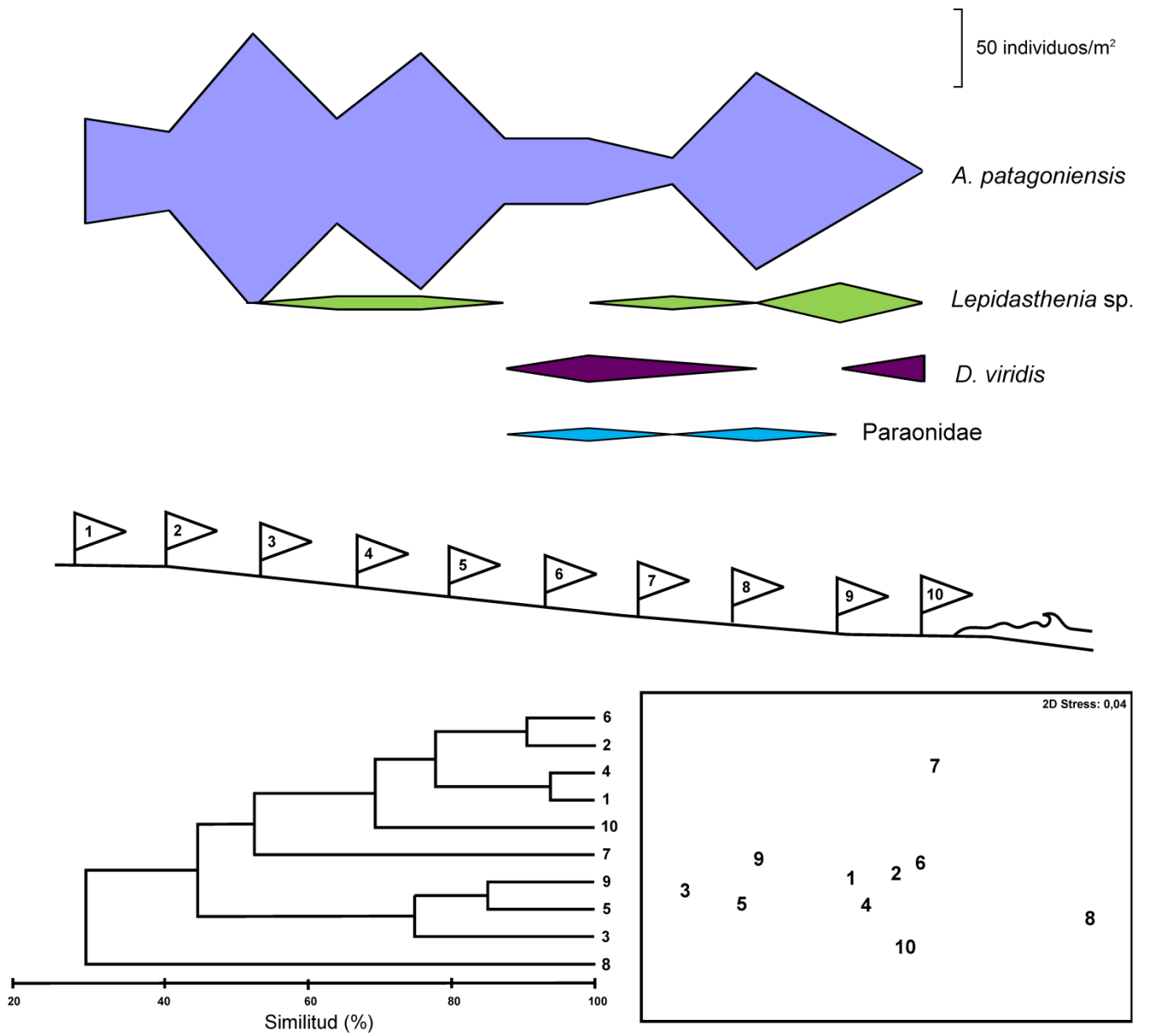


**Figura 5.11.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante la primavera. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.

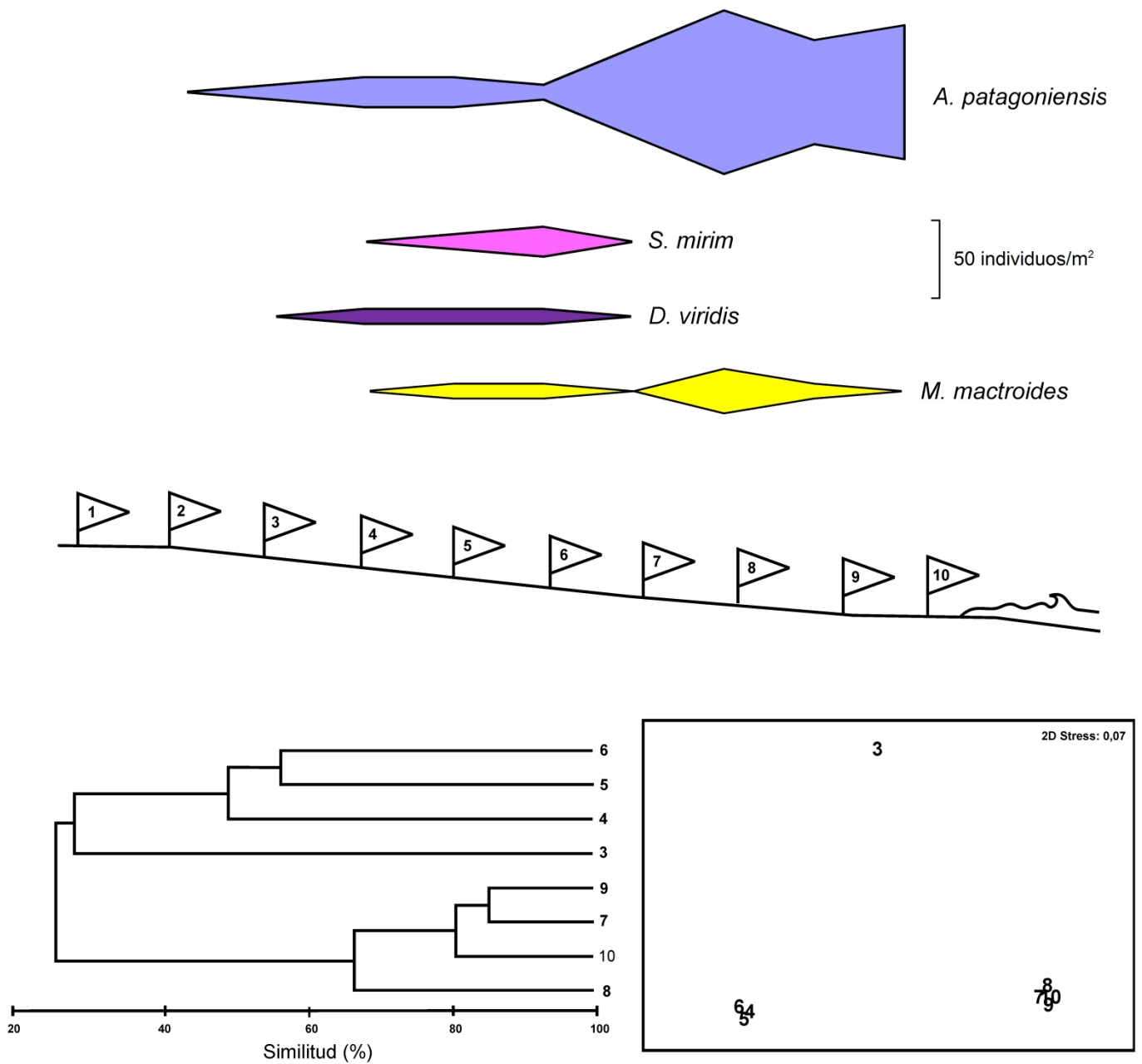


**Figura 5.12.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 1, durante el verano. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.

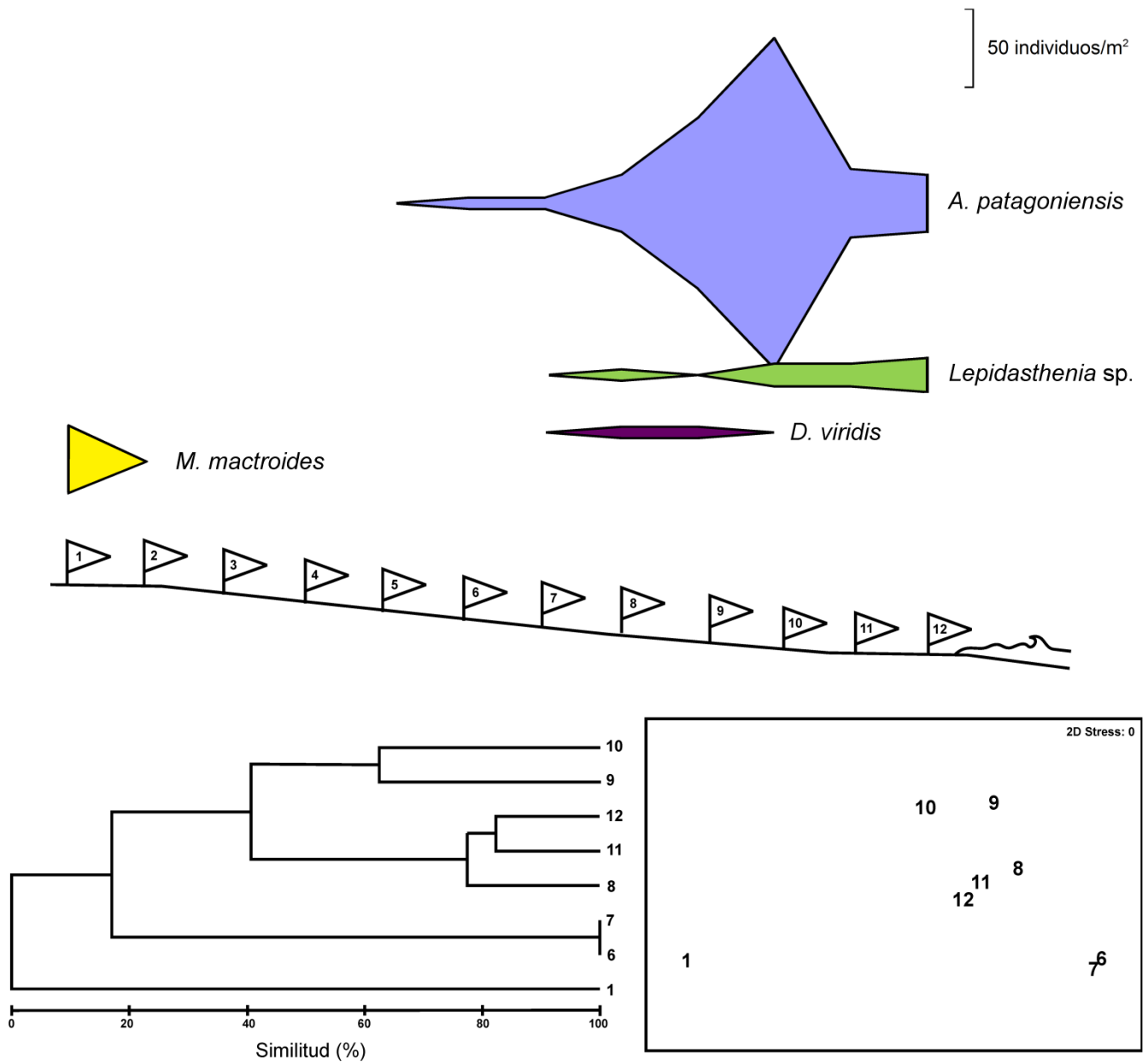




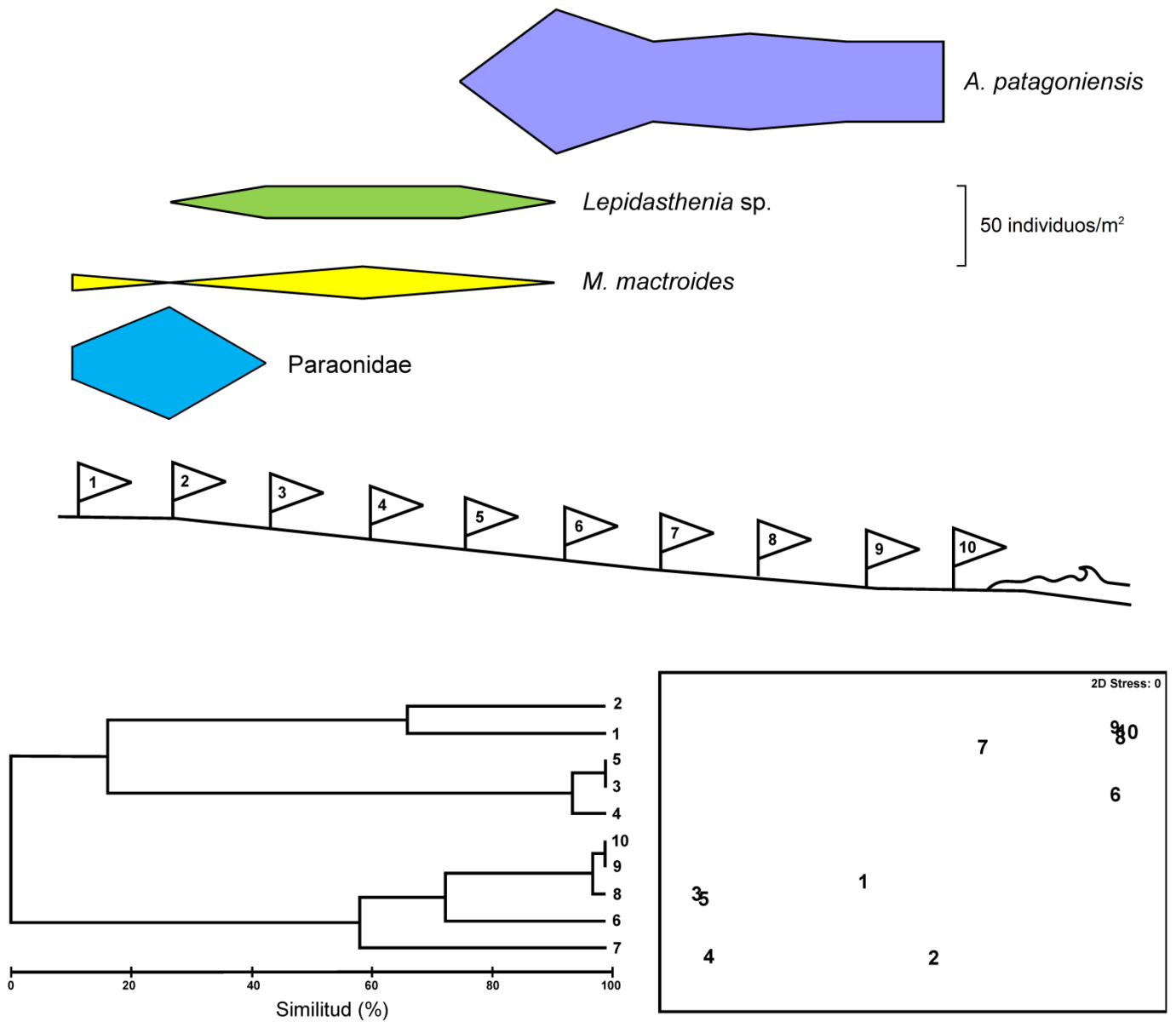
**Figura 5.13.** Diagrama de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el otoño. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.



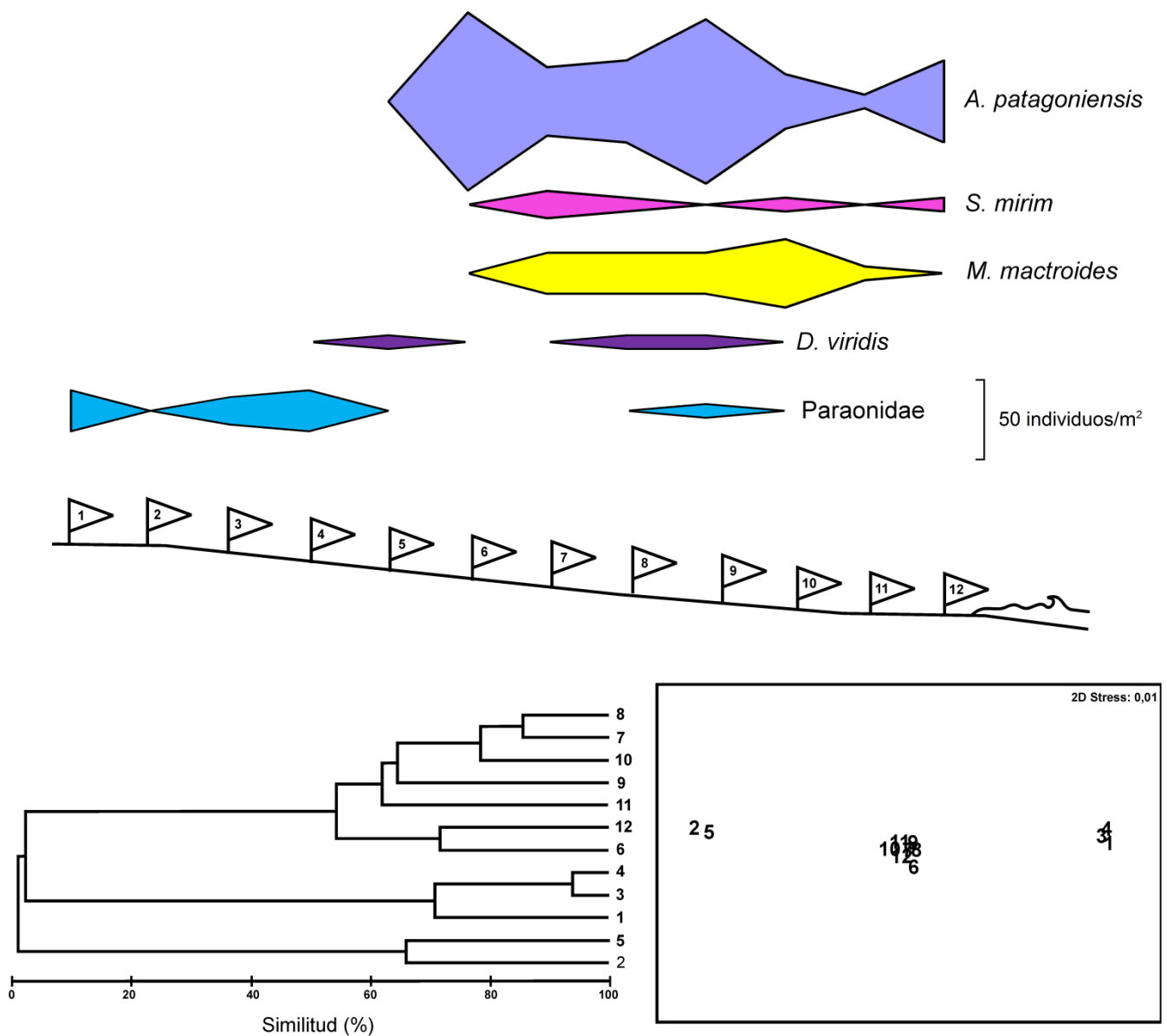
**Figura 5.14.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el invierno. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados. Los niveles 1 y 2 fueron excluidos del análisis por no registrar especies.



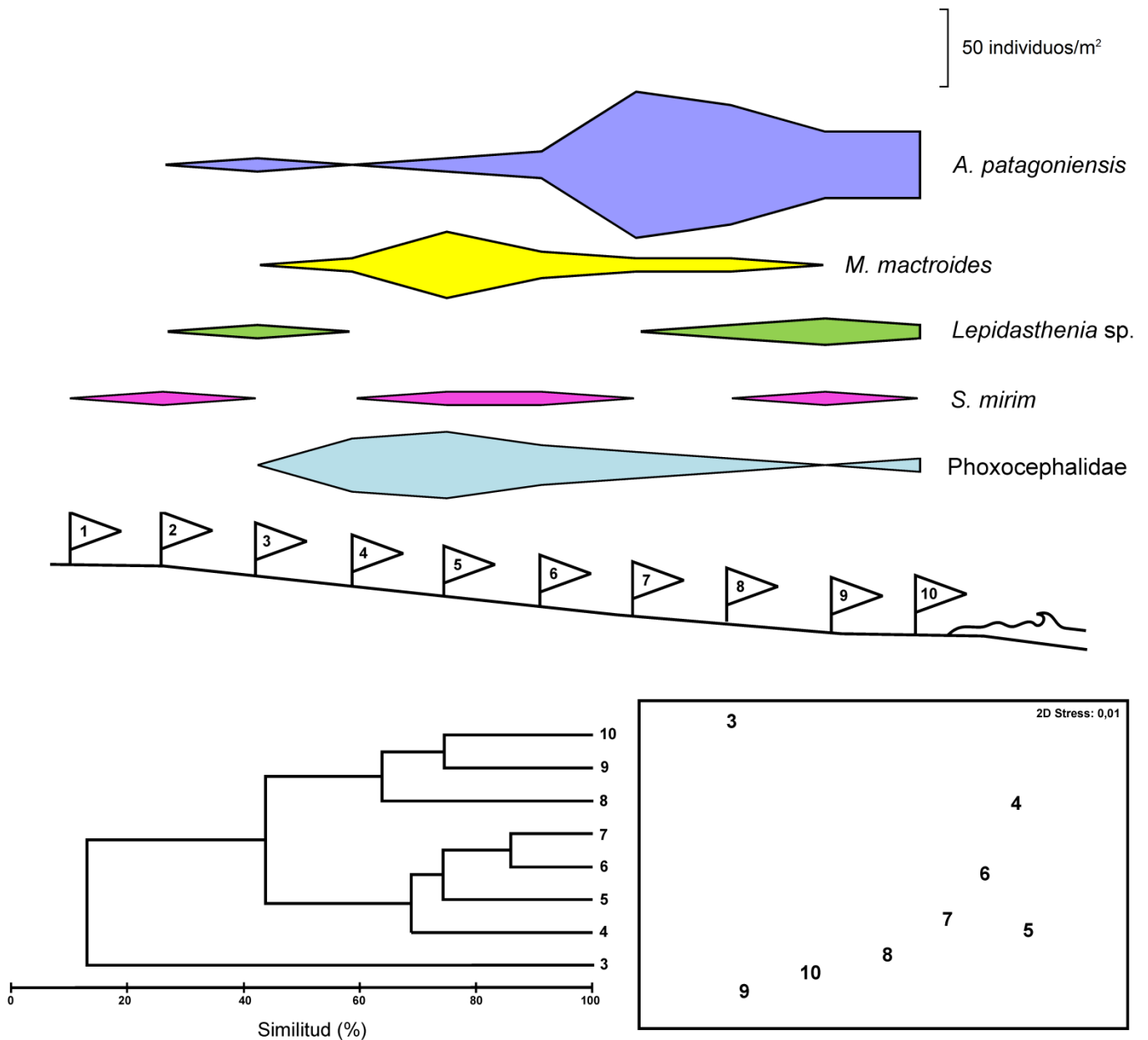
**Figura 5.15.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante la primavera. Los números del 1 al 12 representan los niveles muestreados. Los niveles 2 a 5 fueron excluidos del análisis por no registrar especies.



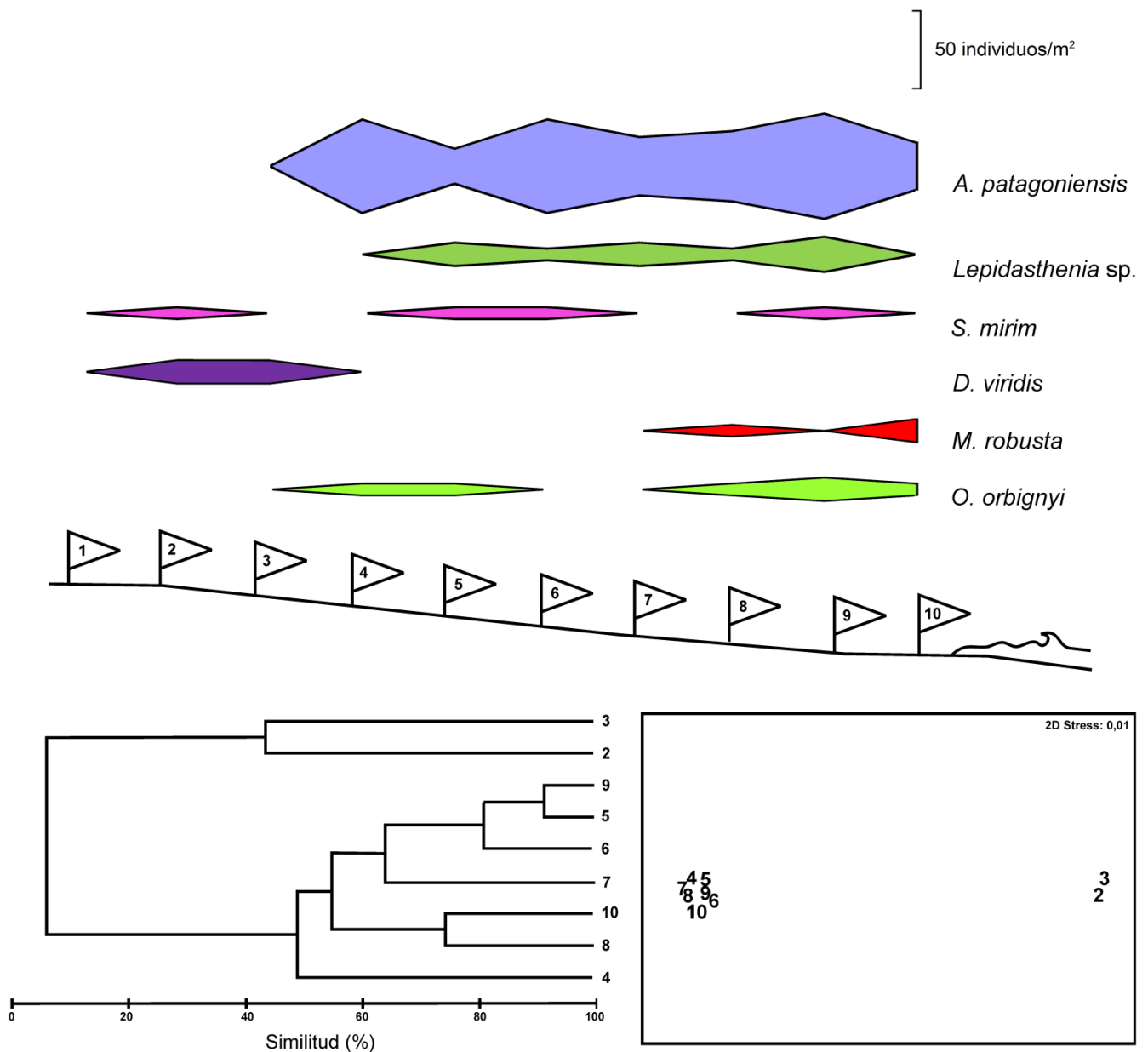
**Figura 5.16.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 2, durante el verano. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.



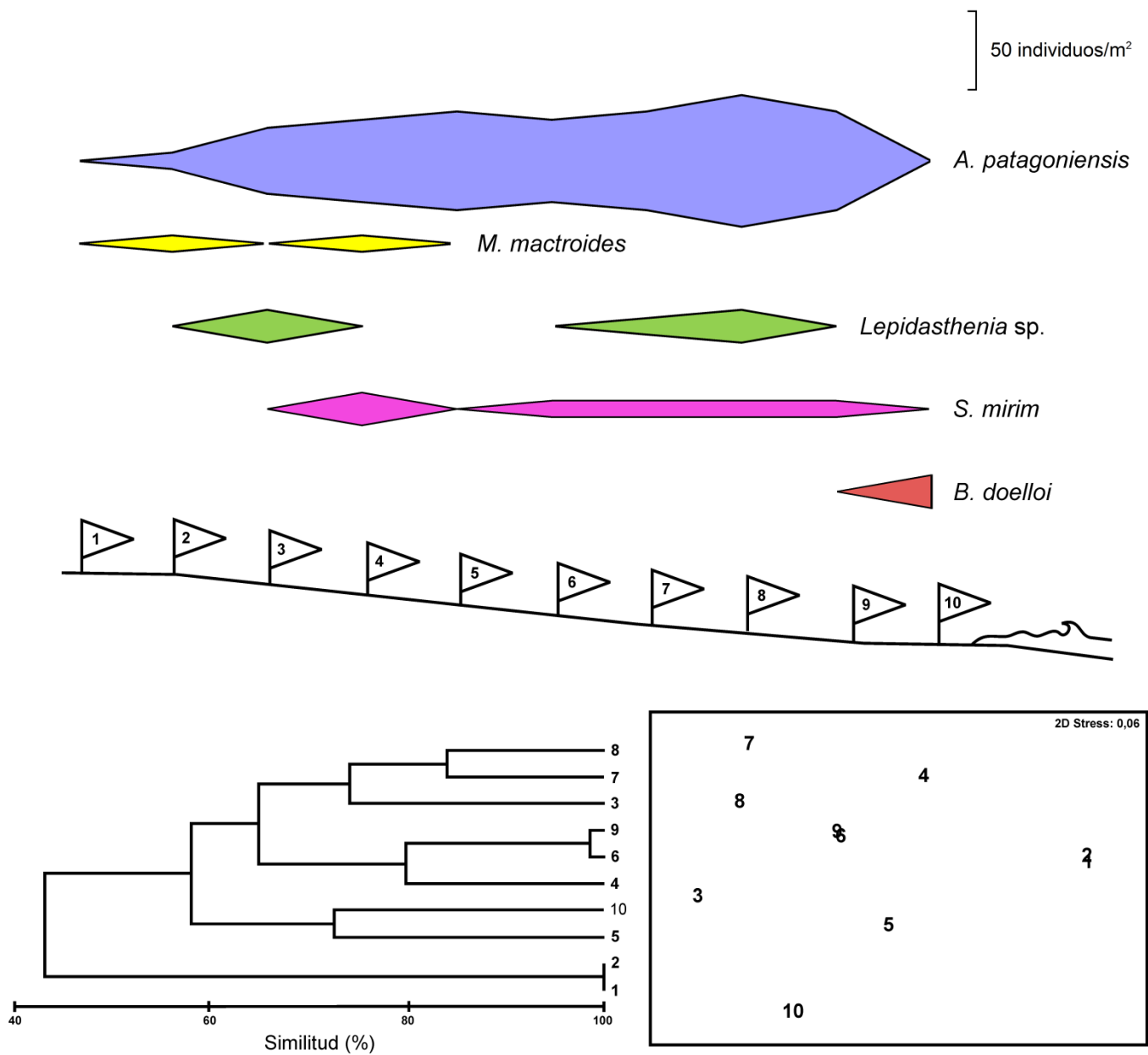
**Figura 5.17.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el otoño. Los números del 1 al 12 representan los niveles muestreados.



**Figura 5.18.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el invierno. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados. Los niveles 1 y 2 fueron excluidos del análisis por no registrar especies.

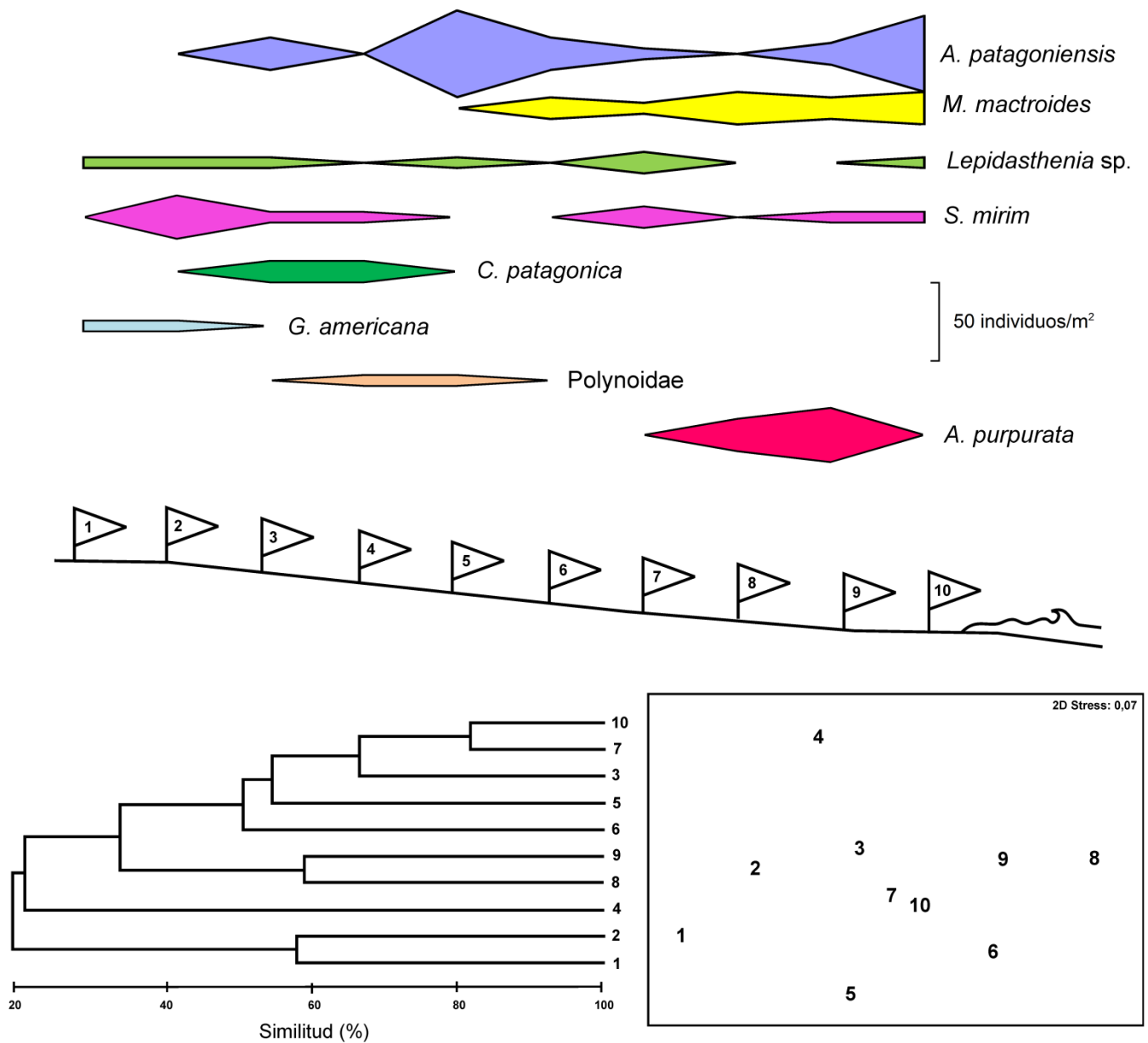


**Figura 5.19.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante la primavera. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados. El nivel 1 fue excluido del análisis por no registrar especies.

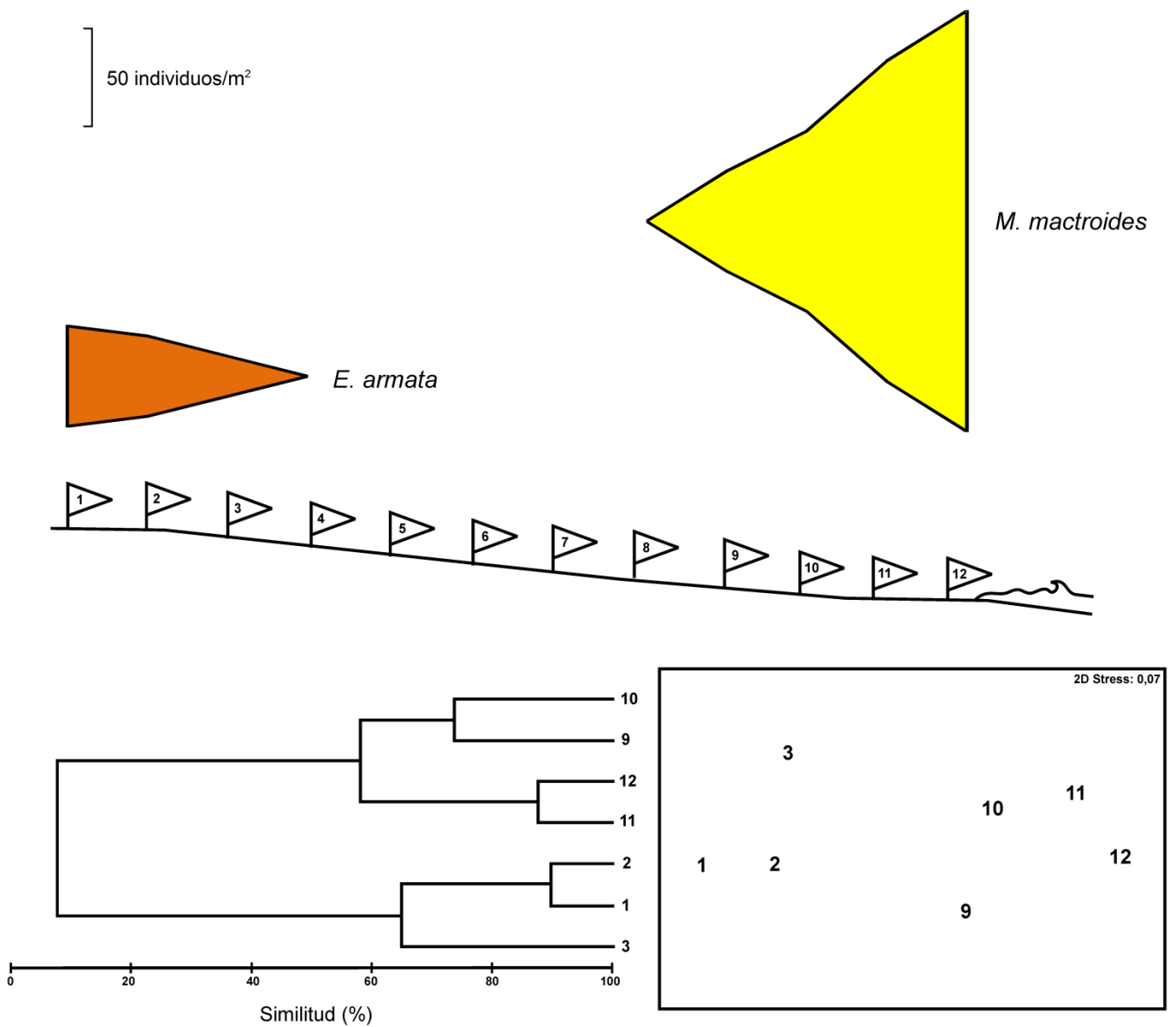


**Figura 5.20.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 3, durante el verano. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.

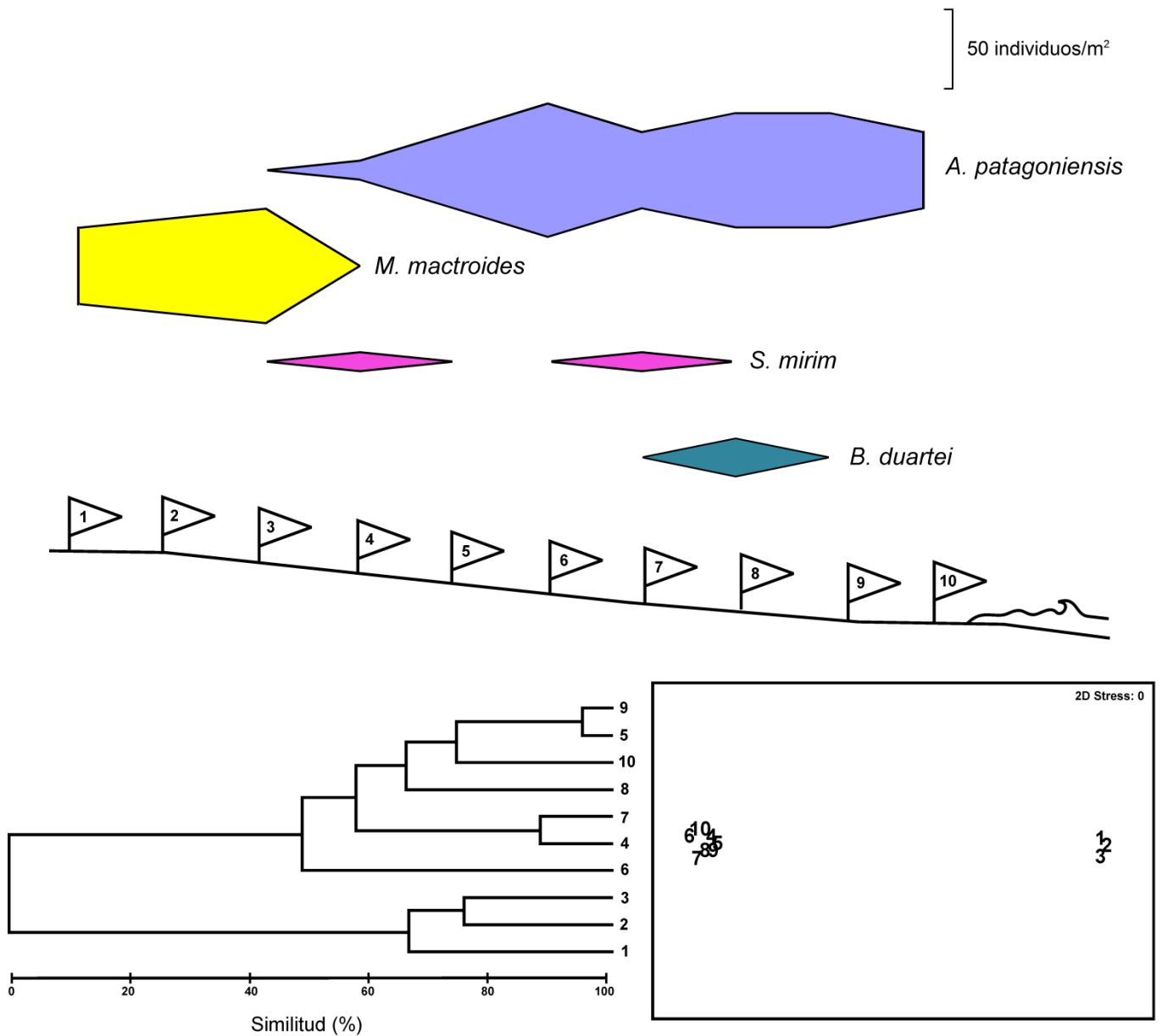




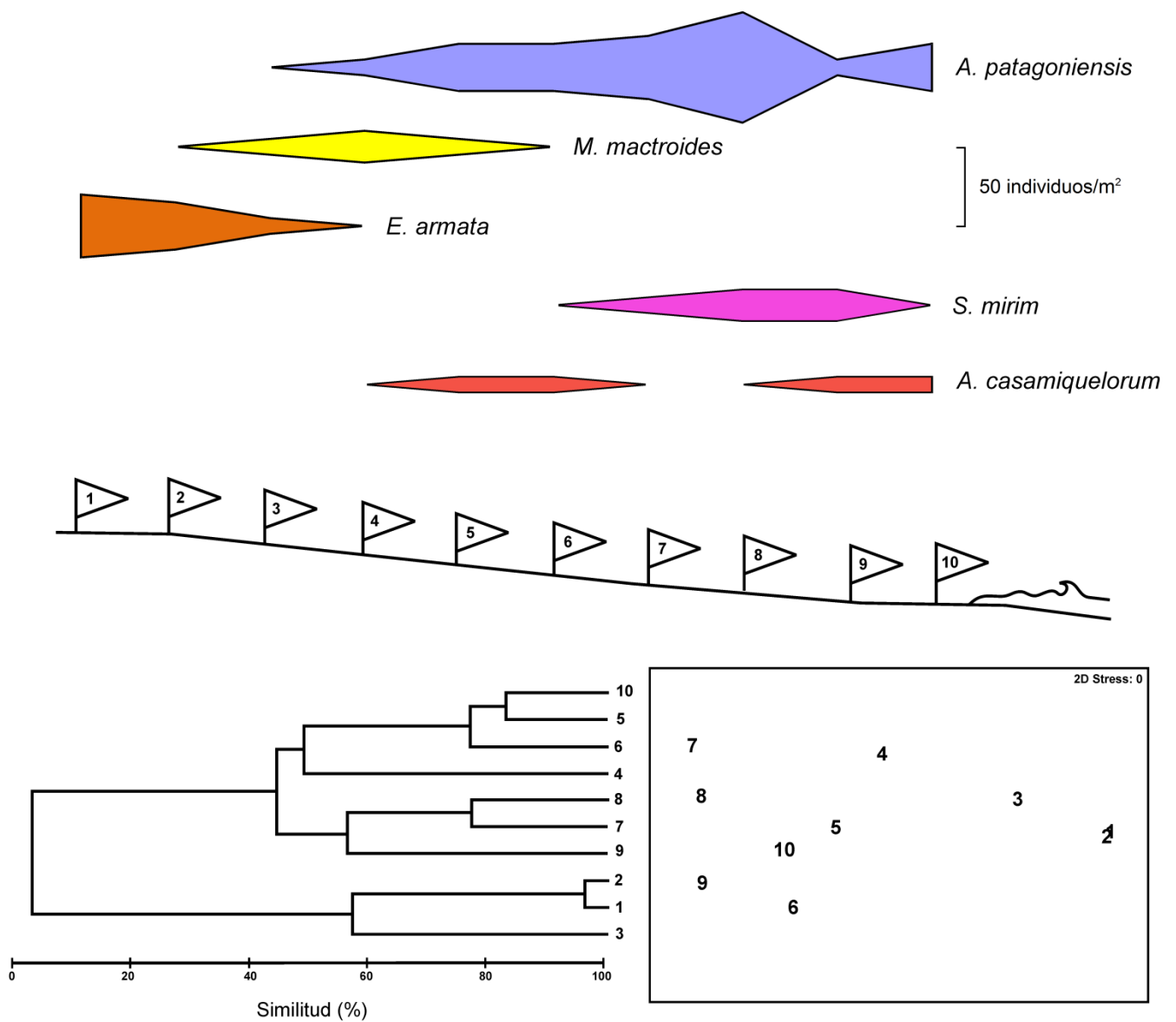
**Figura 5.21.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el otoño. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.



**Figura 5.22.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el invierno. Los números del 1 al 12 representan los niveles muestreados. Los niveles 4 a 8 fueron excluidos del análisis por no registrar especies.



**Figura 5.23.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante la primavera. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.



**Figura 5.24.** Diagramas de cometa, análisis de conglomerados (UPGMA) y ordenación multidimensional (MDS) de las especies que componen la comunidad del sitio 4, durante el verano. Los números del 1 al 10 representan los niveles muestreados.

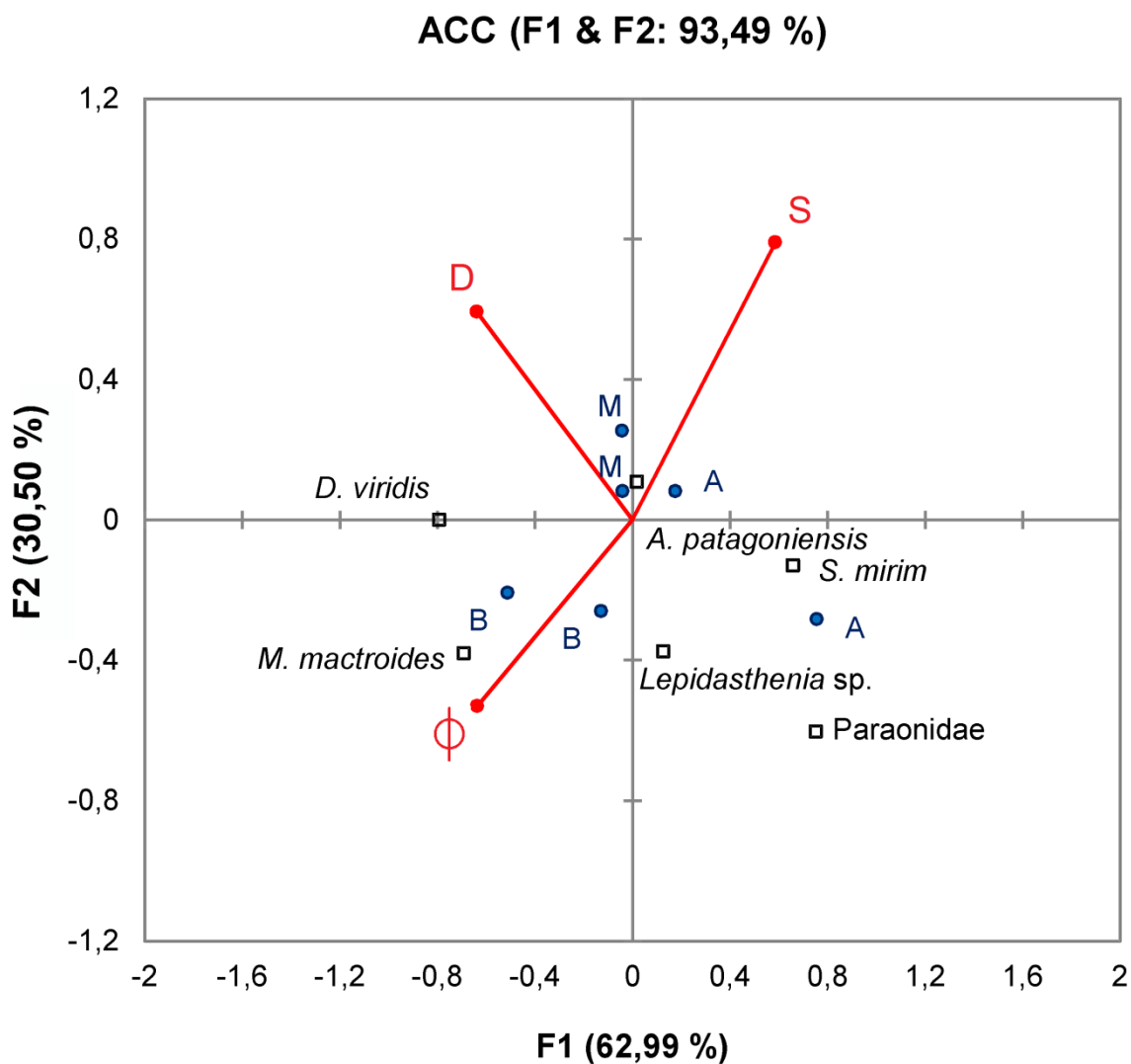
#### 5.3.4. Relación entre la zonación y las características físicas de las zonas

En la mayor parte de los sitios relevados se observó una ordenación de los organismos en zonas (de dos a tres zonas) a lo largo del intermareal, que coincidió con una diferenciación en las características texturales del sedimento en las tres zonas establecidas a lo largo del intermareal. En todos los casos el gradiente granulométrico va desde arenas más gruesas en la zona intermareal superior a arenas más finas en la zona intermareal inferior. Sin embargo, en determinados momentos, se observó un patrón de zonación biológico sin detectarse diferencias en las características texturales del sedimento. Cabe destacar, que en otoño no se detectó un patrón de zonación biológico, ni diferencias en las características granulométricas del sedimento.

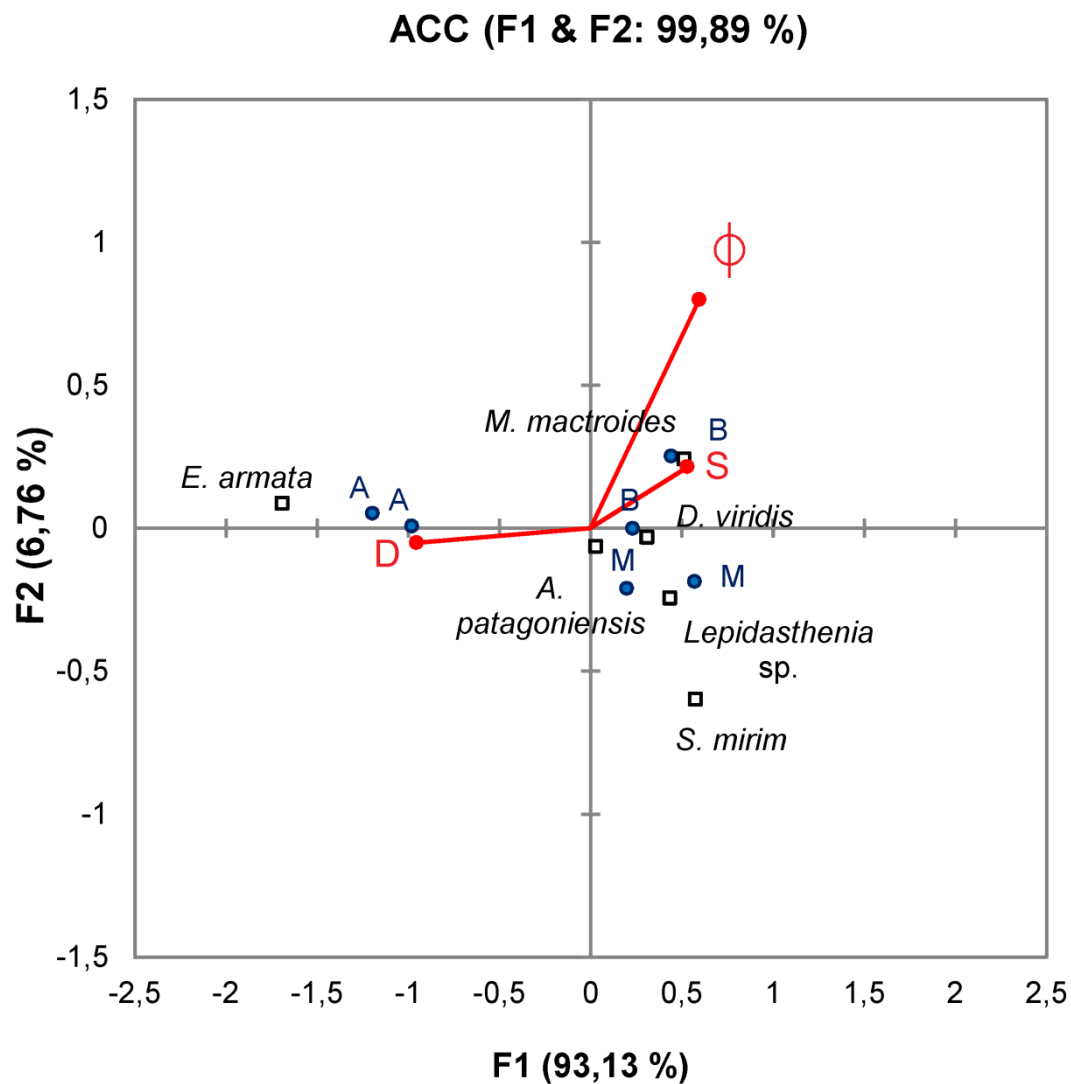
Los resultados de los análisis de correspondencia canónica (ACC) muestran la relación entre las principales especies macrobentónicas y las variables físicas del sedimento (Figs. 5.25 a 5.28). Las variables ambientales seleccionadas fueron tamaño medio de la partícula de arena, selectividad y simetría. Las flechas representan las variables ambientales y la longitud indica la importancia de cada variable y la proyección de las especies en las flechas muestra la preferencia ambiental de las especies. La posición de las especies refleja su contribución a la varianza explicada por los dos primeros ejes (Ter Braak 1986).

Durante el otoño, (Fig. 5.25) *M. mactroides* se mostró asociada a la arena fina (mayor tamaño de partícula en grados  $\phi$ ) presente en los niveles inferiores (B) de la zona intermareal ( $F=2,74$ ;  $p=0,024$ ). Durante el invierno, (Fig. 5.26) *M. mactroides* se mostró asociada a la arena fina y a los valores mayores de simetría presente en los niveles bajos (B) de la zona intermareal, mientras que *E. armata* se mostró asociada a niveles altos (A) a medios (M) del intermareal con mayores valores de desvío (arena menos seleccionada) ( $F=1,69$ ;  $p=0,40$ ). Durante la primavera, (Fig. 5.27) *M. mactroides*

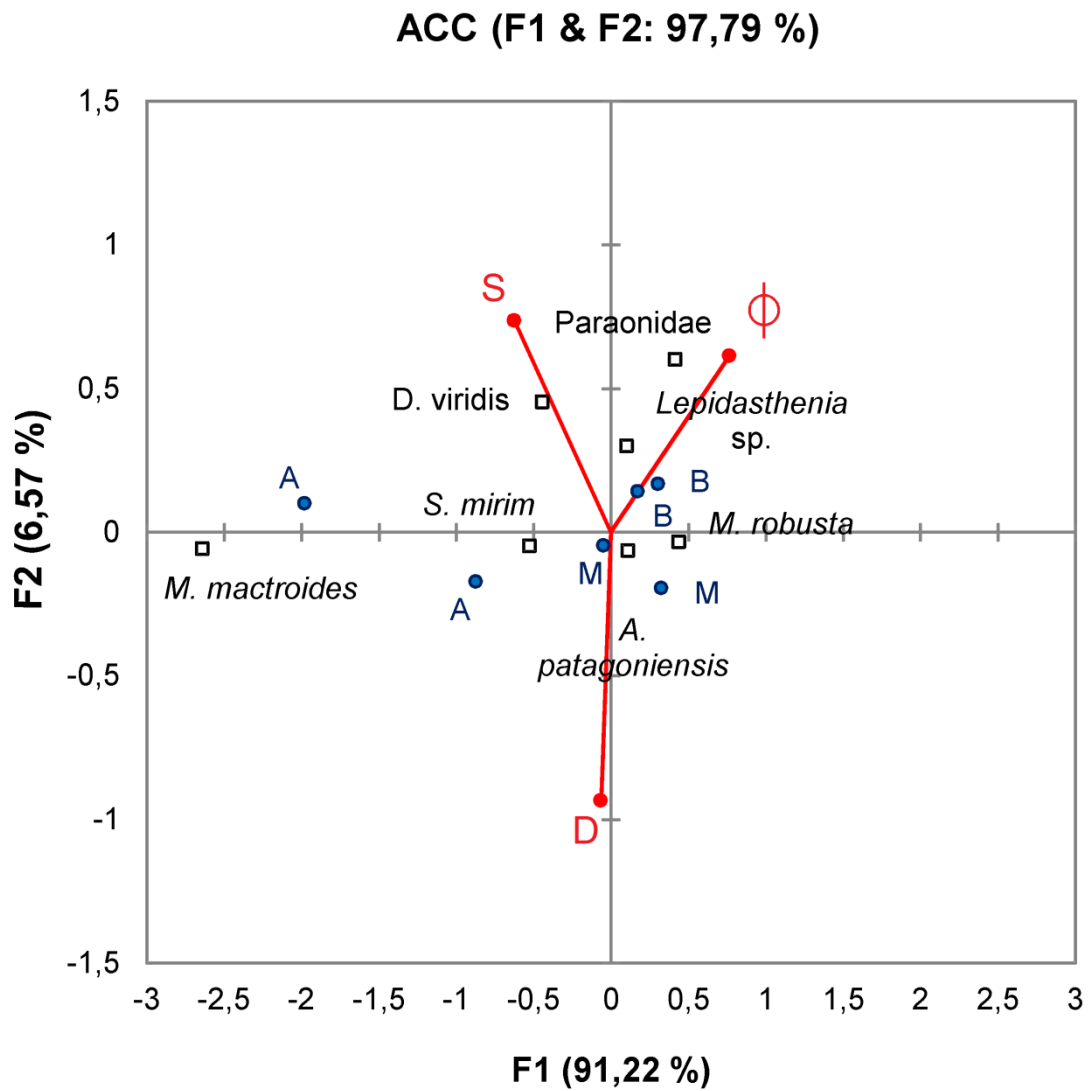
se mostró asociada a niveles altos (A) de la zona intermareal con mayores valores de simetría; por otro lado los poliquetos *Lepidasthenia* sp. y Paraonidae se asociaron a la arena fina presente en los niveles más bajos (B) de la zona intermareal (F=3,70; p=0,09). Durante el verano, (Fig. 5.28) *E. armata*, *M. mactroides* y el poliqueto perteneciente a la familia Paraonidae se asociaron a los niveles altos (A) con mayores valores de simetría y desvío, mientras que *A. patagoniensis* se mostró asociada a la arena fina presente en los niveles bajos (B) de la zona intermareal (F=1,816; p=0,29).



**Figura 5.25.** Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el otoño: especies y variables físicas del sedimento. D: desvío, S: simetría,  $\phi$ : tamaño medio de partícula de arena, A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.

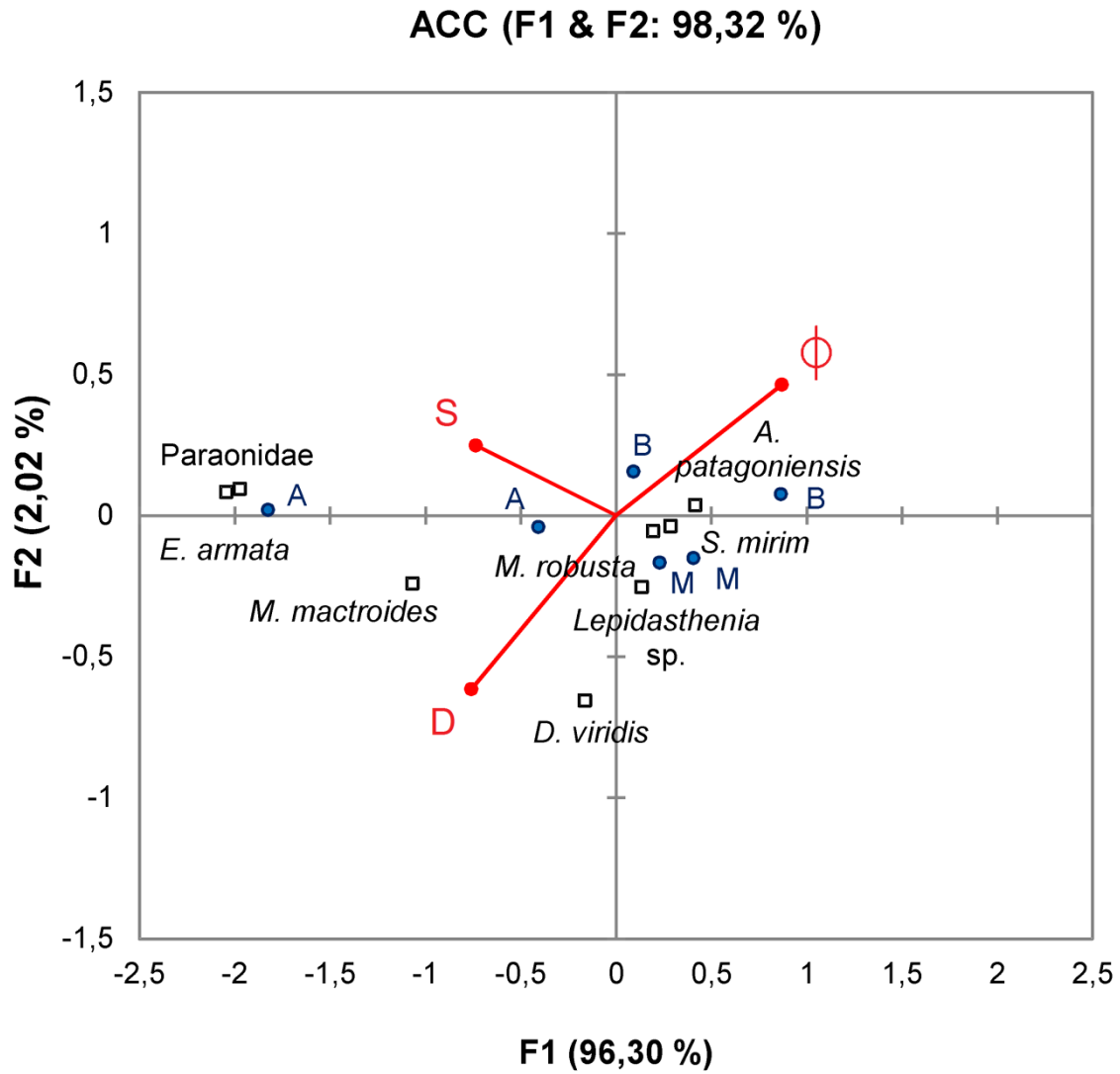


**Figura 5.26.** Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el invierno: especies y variables físicas del sedimento. D: desvío, S: simetría,  $\phi$ : tamaño medio de partícula de arena, A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.



**Figura 5.27.** Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para la primavera: especies y variables físicas del sedimento. D: desvío, S: simetría,  $\phi$ : tamaño medio de partícula de arena, A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.





**Figura 5.28.** Diagrama del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para el verano: especies y variables físicas del sedimento. D: desvío, S: simetría,  $\phi$ : tamaño medio de partícula de arena, A: zona alta, M: zona media, B: zona baja.

## 5.4. Discusión

Los resultados mostraron la existencia de un gradiente ambiental a través de la zona intermareal de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có. Las curvas de distribución de frecuencia de granos de arena presentaron diferencias significativas a lo largo del perfil de la playa, caracterizadas por un incremento de arenas medias a gruesas hacia la zona superior del intermareal, donde a su vez las características granulométricas del sedimento fueron más variables a largo del año. La zona intermareal cercana a la línea de marea baja, por su parte, se caracterizó por la presencia de arenas finas y características granulométricas del sedimento más estables durante el año; esto se pudo evidenciar a partir de la ausencia de diferencias significativas en los histogramas de distribución de frecuencia de granos de arena a lo largo del año.

La granulometría del sedimento juega un papel importante en la determinación de las condiciones del entorno intersticial, y por lo tanto, en la estructuración de la macrofauna bentónica (Fenchel & Riedl 1970, McLachlan & Brown 2006, Cunha & Ravara 2003). El gradiente ambiental que se establece conduce al patrón típico de condiciones más variables y extremas en la parte superior de la zona intermareal (Raffaelli & Hawkins 1996), lo que podría tener efectos negativos sobre los ensamblajes macrobentónicos (Alexander *et al.* 1993, Griffith & Telford 1985, Chapman 1949, Nel *et al.* 1999, Dugan *et al.* 2000), o bien conducir a la presencia de especies adaptadas a condiciones más variables; ya que las especies que habitan en los niveles superiores del intermareal, no solo deben estar adaptadas a un mayor tamaño medio de grano de arena, sino que también deben poder pasar largos períodos de tiempo no cubiertas por agua. Diferentes trabajos sugieren una relación positiva entre la abundancia y el contenido de agua de los sedimentos (Bally 1983, Wendt & McLachlan 1985, Defeo *et al.* 1992). En concordancia con lo expuesto, la mayor densidad, riqueza y diversidad se encontraron

en la zona intermareal inferior, característica también encontrada en playas de arena de Sudáfrica (Bally 1983, Wendt & McLachlan 1985), Estados Unidos (McLachlan 1990), Chile (Jaramillo *et al.* 1993), España (Cunha & Ravara 2003) y Argentina (Escofet 1983); lo que probablemente indique que ésta sea un área de condiciones más benignas para la fauna bentónica.

En la mayor parte de los sitios relevados, se detectó una ordenación de los organismos en zonas a lo largo del intermareal; estos esquemas de zonación obtenidos sólo representan la posición durante la marea baja y, a causa de la movilidad de la macrofauna, no se espera que esas zonas tengan límites claros y, de hecho, se espera que se superpongan (McLachlan 1983, Degraer *et al.* 1999). Los análisis realizados muestran un esquema de dos o tres zonas: en el esquema de tres zonas se puede observar una zona alta, una zona media y una zona baja; en el esquema de dos zonas se puede observar una zona alta-media y una zona baja, o bien una zona alta y una zona media-baja. De acuerdo con McLachlan & Jaramillo (1995), una zona válida debe incluir al menos una especie característica, y debe ser claramente perceptible sin recurrir a técnicas estadísticas sofisticadas (por ejemplo, debe ser suficientemente claro en los diagramas de cometa). Los diagramas de cometa que representan la distribución intermareal de la macrofauna y los análisis multivariados, mostraron que la distribución intermareal de la macroinfauna presenta una gran complejidad; la mayoría de las especies son capaces de ocupar diferentes niveles de marea con una variedad de condiciones (Rodil *et al.* 2006); a su vez, la composición de los cordones faunísticos puede variar entre estaciones del año.

Es decir, no fue posible indicar un único patrón general de zonación en las playas arenosas del área de estudio. Sin embargo, fue posible distinguir especies que caracterizan diferentes niveles dentro de la playa. Así, *Exciorolana armata* y un poliqueto de la familia Paraonidae caracterizan los niveles más altos de la zona

intermareal (zona de retención, *sensu* Salvat 1964) en donde también la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* ocurre únicamente durante primavera-verano. Los niveles medios de la zona intermareal (zona de resurgencia *sensu* Salvat 1964) están caracterizados por los cangrejos *Sergio mirim* y *Austinixa patagoniensis*. Por último, los niveles más bajos (zona de saturación *sensu* Salvat 1964) se caracterizan principalmente por mayores densidades de los cangrejos *S. mirim* y *A. patagoniensis*, por el isópodo *Macrochiridothea robusta*, los caracoles *Olivancillaria orbignyi* y *Buccinanops duartei* y, únicamente durante otoño e invierno, *M. mactroides*.

En general, los ensambles macrobentónicos del área de estudio fueron similares a los descritos por otros autores para otras playas de Sudamérica (Jaramillo 1978, Jaramillo *et al.* 1993, 1996, 1998, 2000, 2001, Bertrán 1989, Defeo *et al.* 1992, Brazeiro & Defeo 1996, Brazeiro *et al.* 1998, das Neves *et al.* 2007) en relación a la abundancia de organismos suspensívoros como crustáceos y bivalvos, con algunas diferencias a nivel de las especies. Sin embargo, no se encontraron límites claros en la zonación de la macroinfauna; tampoco se observan diferencias que puedan ser distinguidas macroscópicamente como cambios de color del sedimento, presencia de macroalgas, etc., las cuales llevan a una marcada estratificación de la biodiversidad (Cunha & Ravara 2003). La zonación encontrada en esas costas es considerada como una división artificial de un continuo, con un solapamiento entre zonas adyacentes (Degraer *et al.* 1999; Rodil *et al.* 2006). La ausencia de patrones de zonación más claros como puede ocurrir en otras playas, puede estar asociada al gran espacio disponible que se descubre durante la marea baja. A diferencia de las playas micromareales donde se llevaron a cabo la mayor parte de los estudios en el mundo (McLachlan *et al.* 1995, Brazeiro & Defeo 1996, Giménez & Yannicelli 1997, Schoeman *et al.* 2000, Brazeiro 2001, Veloso *et al.* 2003; Moreno *et al.* 2006, Ramalho Fernandes & Soares-Gomes 2006, Das Neves *et al.* 2008, Dos Santos Alves & Pezzuto 2009, Thompson & Sánchez De Bock 2009,

Lercari *et al.* 2010), estas playas son mesomareales. Por lo tanto, algunas reglas generales que se pueden inferir a partir de datos disponibles para playas micromareales, no necesariamente deberían cumplirse en estas costas.

Las variaciones estacionales observadas en los patrones de zonación podrían estar relacionadas con las variaciones estacionales de la temperatura del agua. Las temperaturas más bajas durante el otoño y el invierno serían la razón de la migración estacional de las especies a sus niveles más bajos de distribución (Defeo *et al.* 1986, de Alava & Defeo 1991, Giménez & Yannicelli 1997, Jaramillo *et al.* 2000); como las fluctuaciones de temperatura son más pequeñas en el agua que en la arena, las especies se mueven a niveles más bajos, donde permanecerán más tiempo cubiertas por el agua, a fin de evitar variaciones extremas y lograr una temperatura óptima (termorregulación) (Brazeiro & Defeo 1996). En otros casos, la variabilidad estacional en el patrón de zonación de la macrofauna de las playas de arena se ha atribuido a otras causas, como la agregación para la reproducción (Leber 1982, McGwynne & McLachlan 1985) o bien a variaciones de otras variables físicas importantes, tales como el contenido de agua de los sedimentos, la erosión y acreción de las playas, etc. (Ansell & McLachlan 1980, Leber 1982, Defeo *et al.* 1986, Jaramillo 1978, Defeo 1993).

La variabilidad estacional de los patrones de zonación de *M. mactroides* observada en este estudio ha sido descrita por varios autores; tales movimientos pueden corresponder a un ajuste metabólico a las bajas temperaturas, los cambios en la concentración de alimento, la abundancia de potenciales depredadores y por causas reproductivas (Defeo *et al.*, 1986, Fish, 1970). Este ritmo de actividad migratoria estacional exhibida por la almeja amarilla también se ha encontrado en otras especies de playas de arena, tales como el isópodo *E. armata* y varias especies de gasterópodos (Olivier *et al.* 1971, Defeo 1985, Defeo *et al.* 1986).

En el caso de los caracoles *B. duartei* y *O. orbigny*, éstos aparecen en los niveles más bajos del intermareal durante la primavera; estos caracoles carnívoros representan especies submareales que se encuentran en los límites de su distribución y migran con la marea desde aguas más profundas con el objeto de alimentarse (McLachlan & Brown 2006).

En el caso de *E. armata*, Glynn *et al.* (1975), Eleftheriou & Jones (1976), Withers (1977), Bally (1981), McLachlan *et al.* (1981), Ansell (1983), Dexter (1983), McLachlan (1983) y Zúñiga *et al.* (1985) mencionan la aparición de mayores concentraciones de isópodos en la parte superior de la zona intermareal, al igual que lo encontrado en este estudio. Cabe destacar que la migración estacional de las especies puede dificultar la obtención de un esquema general de zonificación, por lo tanto para detectar patrones de zonación es necesario, al menos, un seguimiento estacional.

Durante el período de muestreo, en algunas ocasiones, se observó un patrón de zonación biológica sin detectarse diferencias en las características texturales del sedimento; lo cual parece indicar que la distribución intermareal de la macrofauna podría estar relacionada con algún factor físico no analizado en este estudio, como por ejemplo la temperatura del suelo, el contenido de agua, etc. La descripción original de Salvat (1964) sugiere que el grado de humedad de la arena en marea baja y el tiempo de exposición, controlan la zonificación en las playas arenosas (McLachlan 1990). Por otra parte, los factores biológicos como la historia de vida de las especies, las interacciones biológicas tales como la depredación e interacciones competitivas interespecíficas podrían también ser factores importantes en la estructura y fluctuación temporal de la macroinfauna intermareal (Peterson 1979, Gray 1981, Woodin 1983).

Se ha comprobado que el patrón de zonación de la macrofauna cambia según el tipo de playa, y el número de zonas aumenta de playas reflectivas a playas disipativas (Defeo *et al.* 1992, Jaramillo *et al.* 1993, McLachlan & Jaramillo 1995, Borzone *et al.*

1996, Brazeiro & Defeo 1996, Nel 2001, Veloso *et al.* 2003, Aerts *et al.* 2004). En los extremos reflectivos, se pueden encontrar especies sólo en la zona supralitoral mientras que en las playas disipativas se pueden encontrar hasta cuatro zonas diferentes. En este trabajo, no se observan diferencias marcadas entre los patrones de zonación de los diferentes sitios de muestreo, debido a que éstos no representan tipos morfodinámicos extremos. Por lo tanto, los estudios que incluyen playas que pertenecen a los mismos estados morfodinámicos (Bally 1983, Wendt & McLachlan 1985, Clarke & Peña 1988, Raffaelli *et al.* 1991), no pueden llevar a conclusiones relevantes para otros tipos de playa.

## 6. NUEVO GÉNERO–NUEVA ESPECIE: *PSEUDOBRANCHIOMYSIS ARENAE* EN PLAYAS ARGENTINAS

### 6.1. Introducción

Diecinueve especies del Orden Mysida han sido reportadas desde la costa Uruguayana hasta las Islas Georgias del Sur, en el Océano Atlántico Sudoccidental (Murano 1999), cuatro de éstas: *Arthromysis magellanica* (Cunningham 1871), *Mysidopsis tortonesei* Bacescu, 1968, *Neomysis americana* (Smith 1873) y *Mysidopsis rionegrensis* Hoffmeyer 1993 son las más frecuentes en las aguas costeras de Argentina desde el Estuario del Río de La Plata en el norte hasta la región del Golfo San Matías en el sur y fueron descritas por primera vez en aguas de la costa argentina por Tattersall (1955), Schiariti *et al.* (2004), González (1974) y Hoffmeyer (1993), respectivamente. El misidáceo aquí descrito constituye un nuevo género y especie tipo dentro de la subfamilia Leptomysinae Hansen 1910.

### 6.2. Materiales y Métodos

En base al material colectado durante los muestreos llevados a cabo en la zona del *surf* de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có, la especie *Pseudobranchiomysis arenae* fue descrita como un nuevo género y nueva especie dentro de la subfamilia Leptomysinae (Hansen 1910). El método de muestreo se describe en la sección 3.2.1. Los apéndices bucales, torácicos y abdominales fueron diseccionados bajo microscopio estereoscópico (Nikon SMZ 1500) y temporalmente montados en portaobjetos. Las ilustraciones fueron copiadas a partir de fotos tomadas con microscopio (Eclipse 80i) equipado con cámara digital (Nikon DXM1200F - software: Nikon ACT-1). Los



especímenes tipo fueron depositados en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Buenos Aires, Argentina (DZI-MLP) y en el Laboratorio de Bentos del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Bahía Blanca, Argentina (LB-CR).

### 6.3. Resultados

#### 6.3.1. Taxonomía

Orden Mysida Haworth 1825

Familia Mysidae Haworth 1825

Subfamilia Leptomysinae Hansen 1910

Género *Pseudobranchiomysis* n. gen.

Especie tipo. *Pseudobranchiomysis arenae* n. sp.

#### 6.3.2. Diagnósis

Presenta un cuerpo robusto con manchas pigmentadas a lo largo de todo el cuerpo. Caparazón cubriendo más de la mitad del cefalotórax en vista dorsal, con el margen anterior formando un rostro triangular con el ápice redondeado. Ojos bien desarrollados, con córnea reniforme. Pedúnculo antenular del macho con proceso masculino bien desarrollado y muy hirsuto. Escama antenal grande, lanceolada, setosa en ambos márgenes, con vértice en punta y ausencia de sutura distal. Mandíbulas con proceso molar bien desarrollado. Maxila con el segmento distal del endópodo expandido, más largo que ancho. Labro sin proceso frontal. Endópodos de los toracópodos con carpopoditos 5- a 7-segmentados. Pleópodos del macho birramosos, con lóbulos pseudobranquiales bien desarrollados; endópodo del 1<sup>er</sup> par muy pequeño y sin

articulaciones, exópodo 11-segmentado; 2do a 5to par con ambas ramas largas y subiguales, endópodo 11-segmentado y exópodo 11- a 14-segmentado; exópodo del 4<sup>to</sup> par con setas modificadas en los segmentos antepenúltimo, penúltimo y último. Pleópodos de la hembra reducidos y estrechos. Telson con hendidura posterior armada con muchas espinas finas en los márgenes convexos y dos setas plumosas en el centro. Urópodos densamente decorados con setas. Urópodo interno con una fila de siete setas espiniformes en el margen interno, extendiéndose desde el borde del estatocisto hasta casi las tres cuartas partes del urópodo.

### 6.3.3. Observaciones

Según la clave de identificación de misidáceos de Mauchline (1980), el misidáceo aquí reportado pertenece a la subfamilia Leptomysinae, como lo demuestran los siguientes caracteres diagnósticos: escama antenal entera, setosa todo alrededor, sin espina terminal; labro normal y simétrico; endópodos de la 3<sup>ra</sup> a la 8<sup>va</sup> extremidad torácica con carpo y propodo fusionados y subdivididos, sin articulación oblicua; pleópodos del macho birramosos; estatocisto presente; exópodo del urópodo no dividido y margen externo del exópodo del urópodo sin espinas.

Los especímenes fueron comparados con todos los géneros conocidos incluidos en la página web World Register of Marine Species (WoRMS) (Mees 2012) para la subfamilia Leptomysinae. Se encontró una semejanza con el género *Pseudomysis* Sars, 1879 en la forma y armadura del telson, particularmente en la hendidura distal, con cada lóbulo apical convexo y armado con finas espinas, los márgenes laterales con setas espiniformes dispuestas regularmente y dos largas y plumosas setas en la base de la hendidura. Sin embargo, hay algunas pequeñas diferencias: mientras que en *Pseudomysis* cada lóbulo apical tiene una sola seta espiniforme, larga y robusta en el

ápice, en los nuevos especímenes, cada lóbulo apical tiene dos setas espiniformes en el ápice, la externa más larga que la interna. A su vez, *Pseudobranchiomysis*, tiene más setas espinosas en los márgenes laterales del telson y más espinas en los márgenes de la hendidura que en *Pseudomysis*. *Pseudobranchiomysis* también difiere de *Pseudomysis* en la forma del margen anterior del caparazón; la ausencia de articulación distal en la escama antenal; la presencia de grandes lóbulos pseudobranquiales en los pleópodos de los machos; el número menor de segmentos en el endópodo y exópodo de los pleópodos y en el arreglo diferente de setas espiniformes en los endópodos de los urópodos.

Por lo expuesto, los especímenes fueron asignados a un nuevo género propuesto: *Pseudobranchiomysis*, caracterizado por la combinación de tres caracteres principales: escama antenal setosa todo alrededor con un ápice puntiagudo y sin sutura distal; pleópodos en el macho con grandes lóbulos pseudobranquiales y telson con la hendidura posterior armada con muchas espinas finas en los márgenes convexos.



**Figura 6.1.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov. A. Holotipo (macho – 18 mm); B. Alotipo (hembra – 25 mm).

#### 6.3.4. Descripción

*Pseudobranchiomysis arenae* n. sp. (Figs. 1–6). Holotipo: Macho adulto, 18 mm, (DZI-MLP 26.847). Alotipo: hembra adulta, 25 mm, (DZI-MLP 26.848). Paratipos: dos machos adultos y dos hembras adultas (DZI-MLP 26.848).

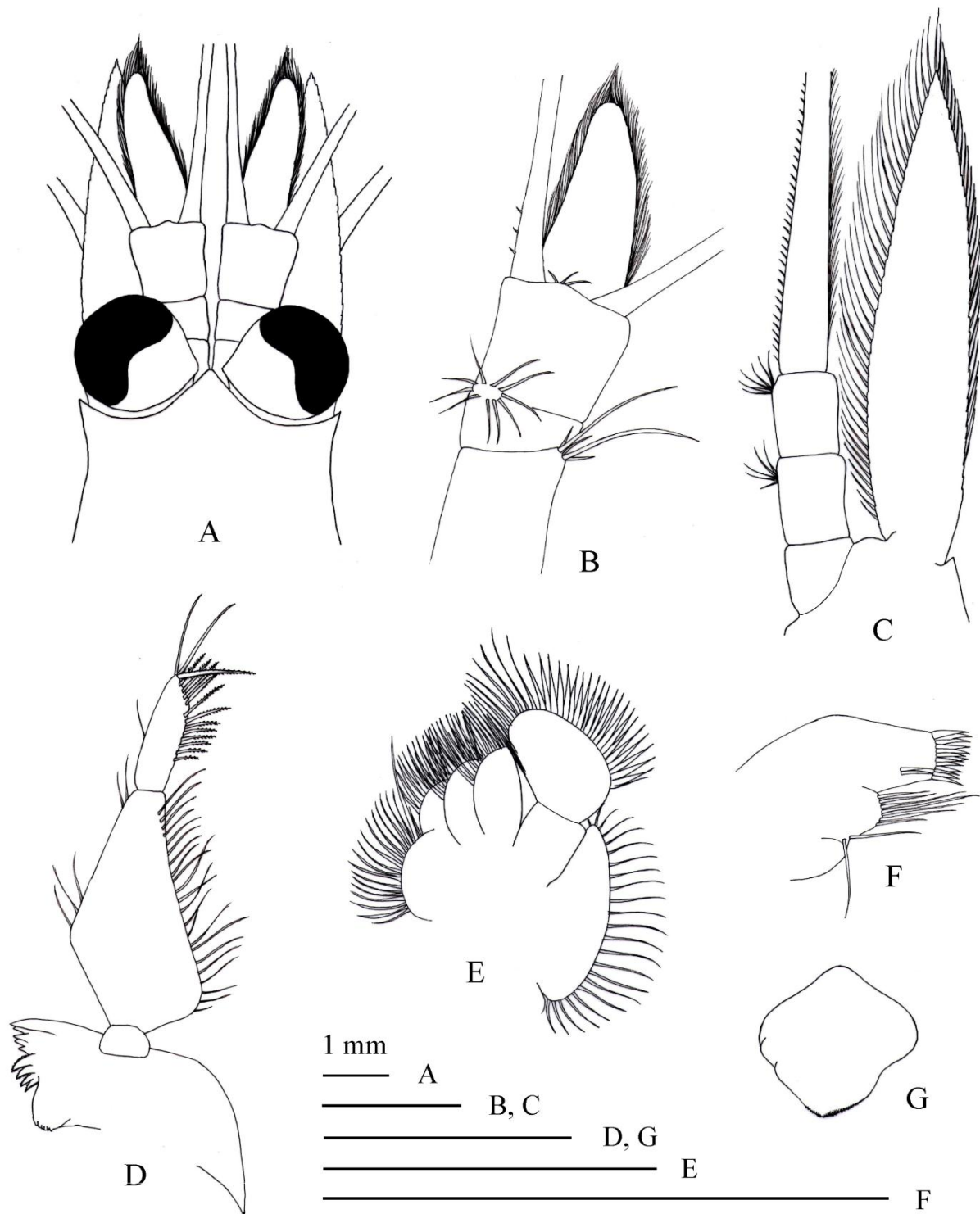
Otro material examinado. 10 hembras, 22,44–29,02 mm (LB-CR 8A); 10 machos, 14,55–19,48 mm (LB-CR 8B), 10 juveniles 7,20 mm – 12,62 mm (LB-CR 8C).

Localidad tipo. Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires, Argentina (38°59'S, 61°06'W), 25 de Noviembre de 2010, 1 m de profundidad, rastra con malla de 1mm, colectado por Cecilia Carcedo.

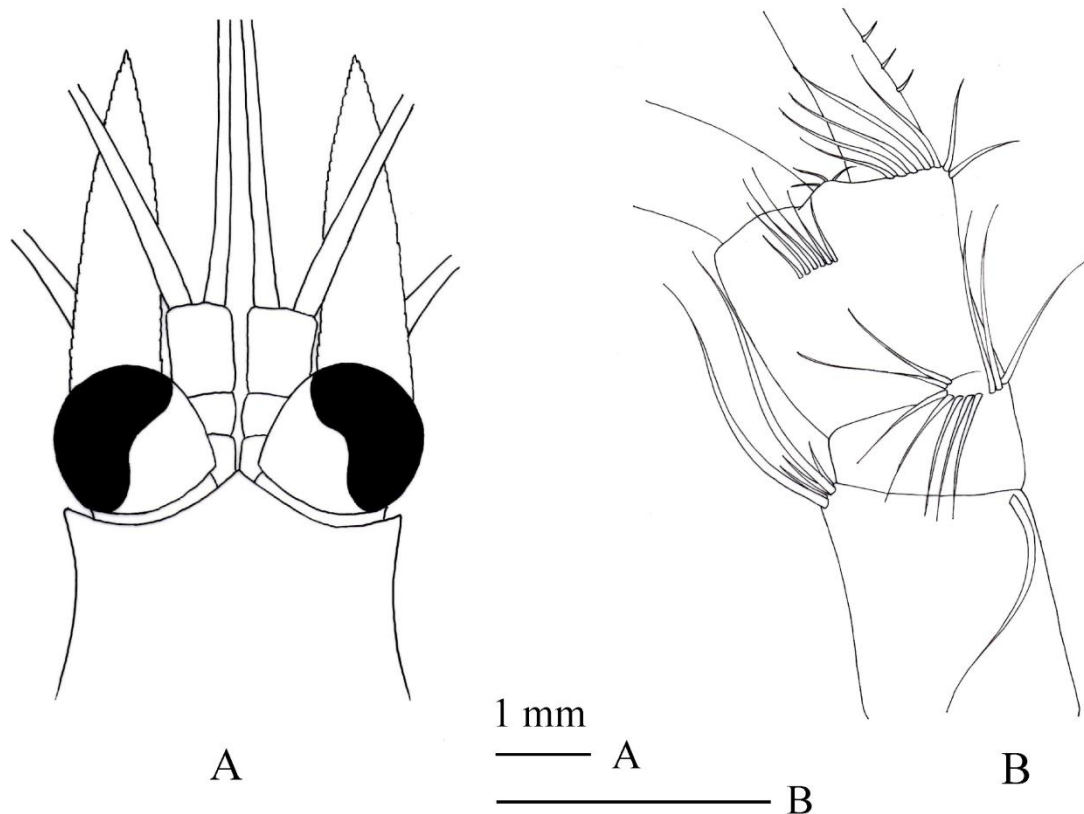
Cuerpo robusto. Caparazón (Fig. 6.1A,B) cubriendo más de la mitad del cefalotórax en vista dorsal, con el margen anterior producido en un rostro triangular. Ojos (Fig. 6.2A) grandes, deprimidos dorsoventralmente; córnea bien pigmentada, reniforme en vista dorsal; pedúnculos cortos y robustos.

Pedúnculo antenular del macho (Fig. 6.2A,B) más robusto que el de la hembra; primer segmento 1.2 veces más largo que ancho, con dos setas plumosas grandes y tres menores en el extremo distal del margen exterior; segundo segmento corto, margen interno más largo que el externo, con una protuberancia en la esquina distal del margen interno con alrededor de diez setas plumosas; tercer segmento robusto, tan largo como ancho, con una pequeña protuberancia en el margen superior con tres setas. Proceso masculino bien desarrollado e hirsuto.

Pedúnculo antenular de la hembra (Fig. 6.3A,B) con el primer segmento como en el macho y con una seta plumosa cerca del extremo distal del margen interno, en vista dorsal; segundo segmento como en el macho; tercer segmento tan largo como ancho, con una fila de seis setas plumosas cerca del extremo distal del margen externo, una pequeña protuberancia en el margen superior con tres setas y siete setas plumosas en el extremo distal del margen interno.



**Figura 6.2.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov.: holotipo (macho). A. Parte anterior del cuerpo; B. Anténula; C. Antena en vista dorsal; D. Mandíbula; E. Maxila; F. Maxílula; G. Labro.



**Figura 6.3.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov.: alotipo (hembra). A. Parte anterior del cuerpo; B. Anténula.

Escama antenal (Fig. 6.2C) lanceolada con ápice puntiagudo, sin sutura distal; alrededor de 5 veces más larga que ancha, más de dos veces tan larga como pedúnculo; densamente decorada con setas plumosas en ambos márgenes. Pedúnculo antenal (Fig. 6.2C) 3-segmentado; primer segmento corto, segundo y tercer segmentos 1,5 veces más largo que ancho, con ocho a diez setas en el extremo distal del margen interno.

Mandíbulas (Fig. 6.2D) con proceso molar bien desarrollado; palpo mandibular 3-segmentado; primer segmento inconspicuo, segundo segmento muy dilatado, 1,5 veces más largo que el tercero; segundo y tercer segmentos con setas plumosas en los márgenes laterales. Maxílula (Fig. 6.2F) con lóbulo externo llevando setas robustas en el margen distal, lóbulo interno con setas plumosas. Maxila (Fig. 6.2E) con endópodo 2-

segmentado; segmento distal expandido, tan largo como ancho y decorado con numerosas setas fuertes en el margen externo; exópodo con 22 setas.

Labro (Fig. 6.2G) sin procesos anteriores. Marsupio en la hembra formado por tres pares de oostegitos incrementando hacia atrás en tamaño, par anterior pequeño, posterior más grande.

Primer y segundo toracópodo (Fig. 6.4A, B) con endópodo corto, robusto, formado por cinco segmentos y exópodo 14- y 15-segmentado respectivamente; 3<sup>er</sup> a 8<sup>vo</sup> toracópodo robusto con garra terminal. Endópodo del 3<sup>er</sup> toracópodo (Fig. 6.4C) con isquio un tercio más largo que el mero y carpopropodo 5-segmentado. Endópodo del 4<sup>to</sup> (Fig. 6.4D) al 7<sup>mo</sup> toracópodo con isquio un tercio más grande que el mero y carpopropodo 6-segmentado. Endópodo del 8<sup>vo</sup> toracópodo (Fig. 6.4E) con isquio un tercio más grande que el mero y carpopropodo 7-segmentado. Exópodo del 3<sup>ro</sup> al 8<sup>vo</sup> toracópodo 15-segmentado.

Pleópodos del macho bien desarrollados, birrámeos, con lóbulos pseudobranquiales bien desarrollados. Primer pleópodo (Fig. 6.5A) con endópodo reducido a un lóbulo no segmentado, exópodo 11-segmentado. Segundo pleópodo (Fig. 6.5B) con endópodo 10-segmentado y exópodo 11-segmentado. Tercer pleópodo (Fig. 6.5C) con endópodo 10-segmentado y exópodo 12-segmentado. Cuarto pleópodo (Fig. 6.5E) con endópodo 10-segmentado y exópodo 14-segmentado; antepenúltimo segmento del exópodo armado con seta larga y robusta; penúltimo y último segmento armados con seta larga y espiniforme (Fig. 6.5D). Quinto pleópodo (Fig. 6.5F) con exópodo 12-segmentado; endópodo 10-segmentado. Pleópodos en la hembra (Fig. 6.5G) reducidos a lóbulos no segmentados, aplanados y con forma de cuchillo.

Telson (Fig. 6.6A, B) aproximadamente dos veces más largo que ancho, igual de largo que el sexto somito abdominal. Ápice del telson hendido, con los laterales de la muesca convexos, decorados con finas espinas pectinadas muy juntas entre sí y el centro

definido por un par de setas plumosas. Hendidura de alrededor de 1/7 del largo del telson. Márgenes laterales del telson armados con 23 setas espinosas, incluyendo dos pares de setas terminales.

Urópodos (Fig. 6.6C) lanceolados y densamente setosos en ambos márgenes. Urópodo externo sin articulaciones, 1,3 veces más largo que el urópodo interno. Urópodo interno con un gran estatocisto, 1,2 veces más largo que el telson, margen interno con una fila de siete setas espinosas, extendiéndose desde el estatocisto hasta cerca de 3/4 del largo del urópodo; setas proximales más juntas, distales más separadas (Fig. 6.6D).

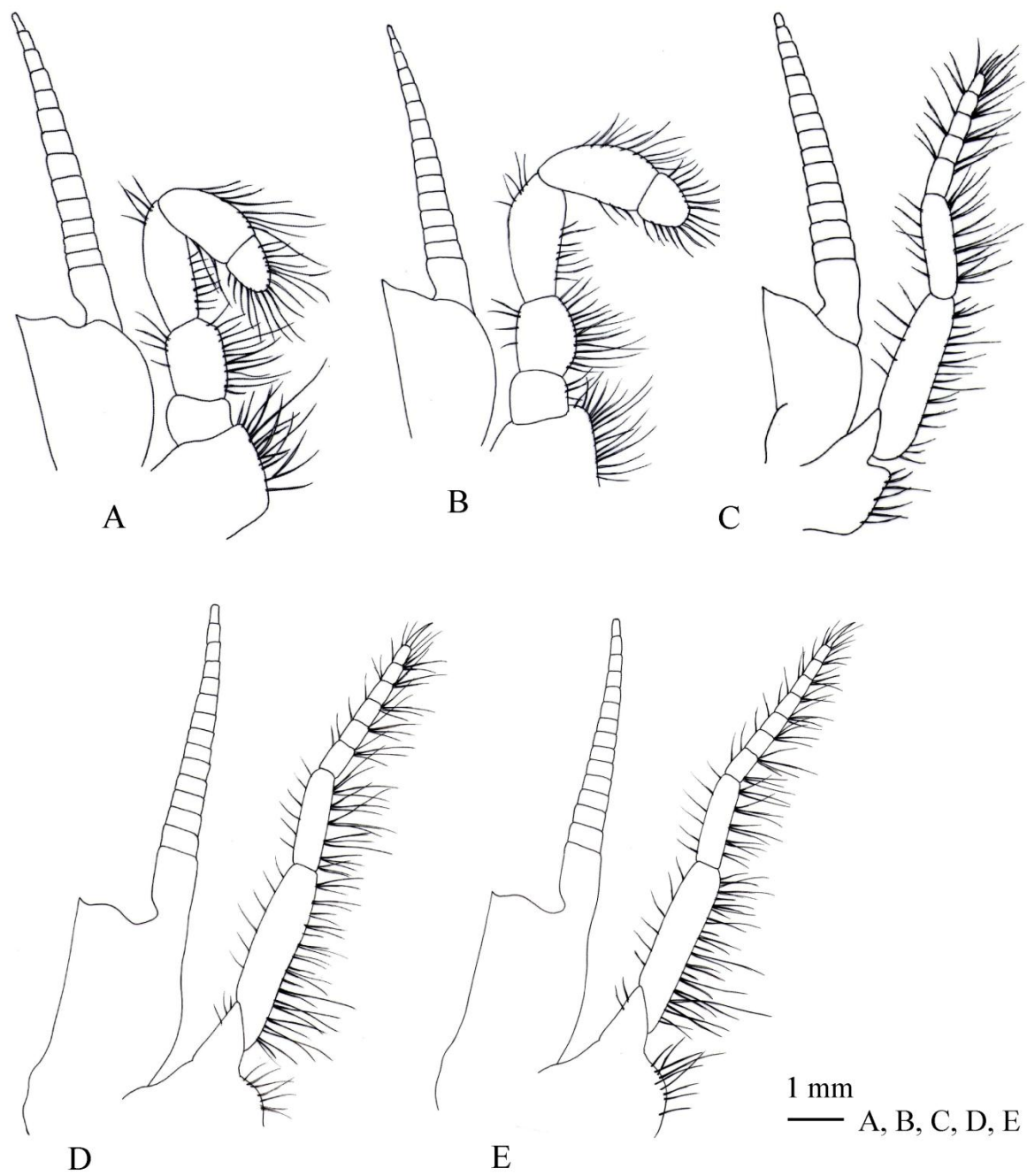
#### 6.3.5. Etimología

El nombre genérico se refiere a los lóbulos pseudobranquiales bien desarrollados presentes en los pleópodos de los machos. El nombre específico deriva del latín *arenae*, grano de arena, en relación a los puntos pigmentados que presenta a lo largo de todo el cuerpo, dando la apariencia de granos de arena de la playa.

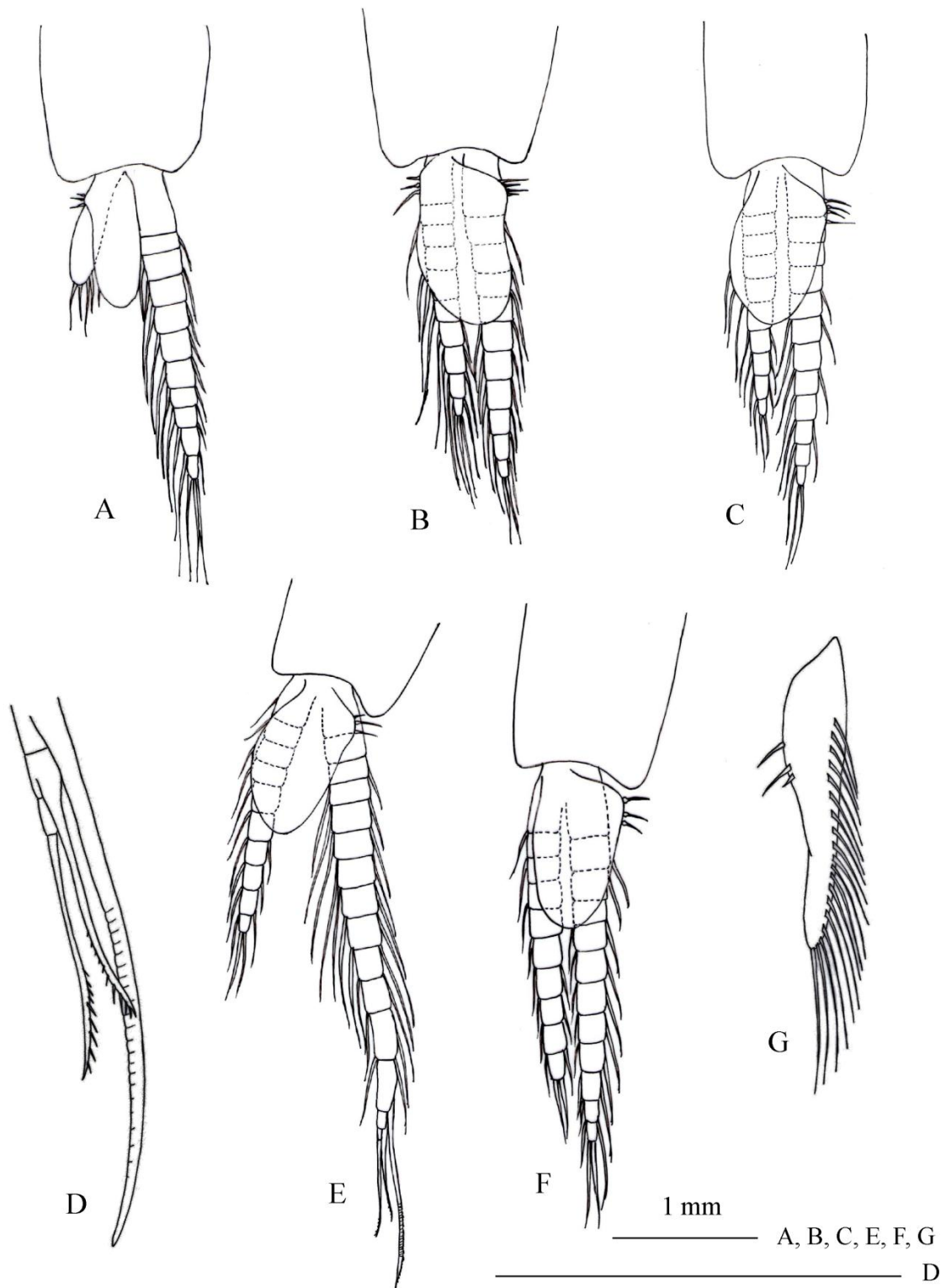
#### 6.3.6. Nota ecológica

Esta especie aparece en grandes cantidades a lo largo de todo el período de muestreo (dos años) en la zona del *surf* de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có. El gran número de especímenes encontrado en las muestras indica que la especie vive en forma gregaria y probablemente sea endémica de esta zona en particular (ver sección 3).

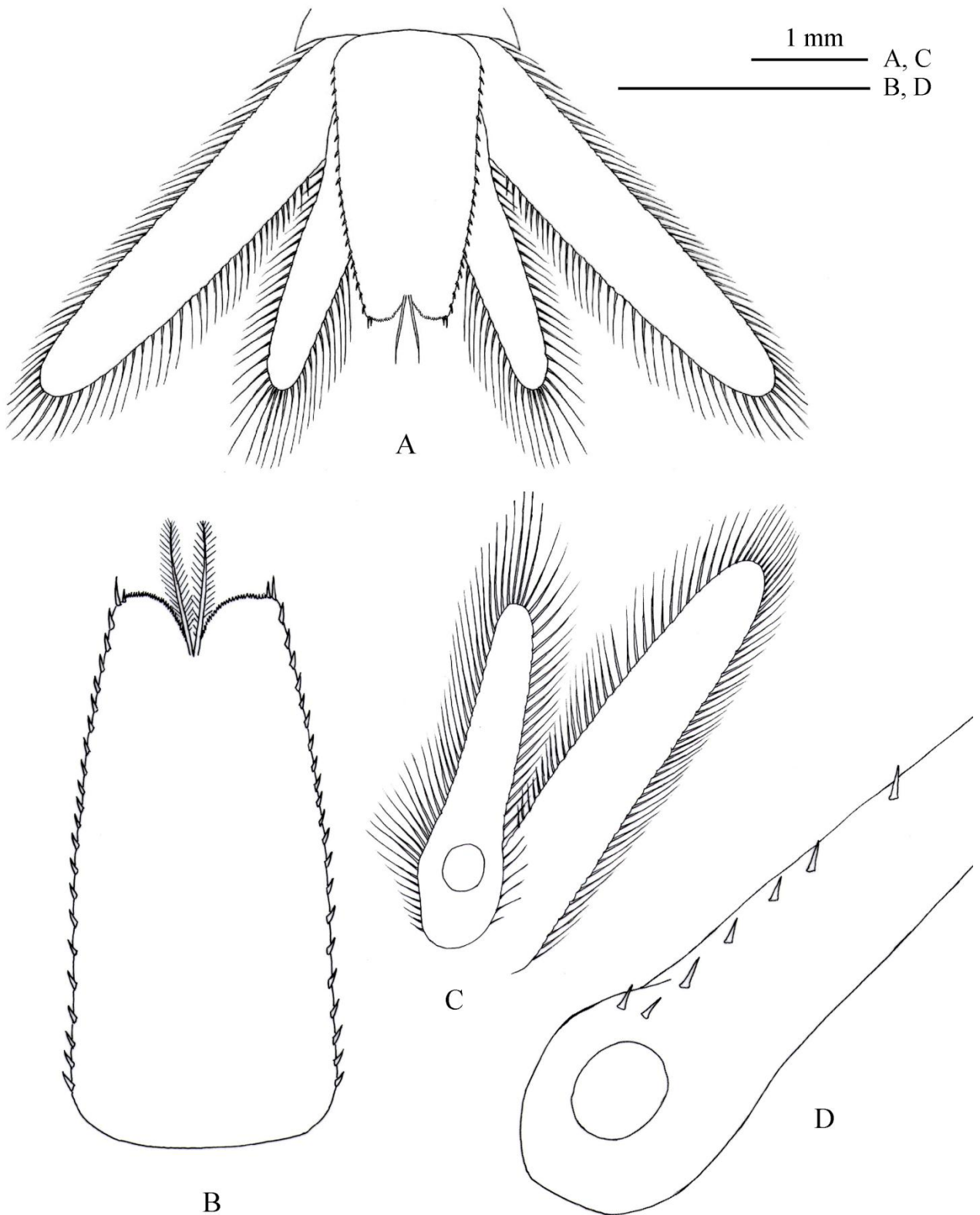




**Figura 6.4.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov.: holotipo (macho). A. Primera extremidad torácica; B. Segunda extremidad torácica; C. Tercera extremidad torácica; D. Cuarta extremidad torácica; E. Octava extremidad torácica.



**Figura 6.5.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov.: holotipo (macho). A. Primer pleópodo; B. Segundo pleópodo; C. Tercer pleópodo; D. Seta modificada del cuarto pleópodo; E. Cuarto pleópodo; F. Quinto pleópodo; G. Primer pleópodo (hembra).



**Figura 6.6.** *Pseudobranchiomysis arenae* sp. nov.: holotipo (macho). A. Parte posterior del cuerpo; B. Telson; C. Urópodo; D. Endópodo del urópodo en vista ventral.

## 7. CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo constituye la primera descripción completa y exhaustiva de la fauna macrobentónica intermareal y de la zona del *surf* de la franja costera que comprende las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có:

### 7.1. Zona del *surf*

- Se registró en el área la presencia de 57 taxa de invertebrados: en su mayoría crustáceos; moluscos y poliquetos. Algunas especies estuvieron presentes regularmente a lo largo de todo el período de muestreo: el isópodo *Leptoserolis bonaerensis* y el misidáceo *Pseudobranhiomysis arenae*.
- La diversidad, riqueza y abundancia de la comunidad macrobentónica de la zona del *surf* son mayores en la playa de Monte Hermoso. Se evidencia el efecto de un mayor tamaño medio de grano de arena y de una mayor energía de la ola sobre los ensamblajes macrobentónicos.
- La zona se caracteriza por la llegada ocasional y masiva de especies no residentes, probablemente debido a la entrada de agua proveniente del Estuario de Bahía Blanca así como también por eventos climáticos extremos como sudestadas.
- Los estudios en esta zona constituyen los primeros para las costas argentinas; el registro de un nuevo misidáceo: *Pseudobranhiomysis arenae* refleja la situación de desconocimiento sobre estas áreas someras. Futuros estudios ecológicos son necesarios para conocer la dinámica, ciclos de vida y productividad de las especies, para elucidar su rol dentro de este ecosistema costero.

## 7.2. Zona intermareal: *Mesoescala*

- Se registró en el área la presencia de un total de 26 taxa de invertebrados: en su mayoría crustáceos; moluscos y poliquetos. Algunas especies estuvieron presentes regularmente a lo largo de todo el período de muestreo: la almeja amarilla *Mesodesma mactroides*, el poliqueto *Lepidasthenia* sp. y la asociación entre el cangrejo pinotérico *Austinixa patagoniensis* y el cangrejo callianásido *Sergio mirim*.
- El análisis en conjunto de los parámetros físicos indica que la playa de Monte Hermoso es típicamente disipativa, mientras que la de Pehuen-Có es una playa de estado morfodinámico intermedio. En concordancia con la Hipótesis de Exclusión de *Swash*, la diversidad, riqueza y biomasa fueron mayores en la playa de Monte Hermoso respecto de Pehuen-Có.
- Se evidenció la influencia del Estuario de Bahía Blanca sobre las playas estudiadas, a partir de la presencia de cangrejo callianásido *Sergio mirim*, especie típica de playas semi-protegidas o playas expuestas próximas a lagunas costeras.
- Los patrones espaciales y temporales se ven enmascarados durante ciertos momentos del año debido a eventos puntuales impredecibles, aunque recurrentes, como las mortandades de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides*.
- Las variaciones espaciales y temporales en la comunidad macrobentónica reflejan diferentes patrones de adaptación de los organismos a un ambiente variable; esta información debe ser tomada en cuenta para el desarrollo de programas de monitoreo y estrategias de manejo y conservación de los ecosistemas costeros

### **7.3. Zona intermareal: *Microescala***

- La zona intermareal inferior, cercana a la línea de marea baja, es un ambiente físicamente más estable a lo largo del año con presencia de arenas finas y bien seleccionadas. En esta zona es donde se registran las mayores densidades totales de macrofauna bentónica, así como también una mayor riqueza de especies, indicando que las condiciones más benignas de este sector permiten albergar a un mayor número de especies y altas densidades de algunas de ellas.

- La zona intermareal superior presenta un incremento de arenas medias a gruesas, que podrían tener efectos negativos sobre la capacidad de enterramiento de algunas especies; además de presentar condiciones más variables y extremas como el mayor tiempo de exposición, permitiendo que solo habiten allí las especies capaces de soportar esas condiciones.

- Se observó una ordenación de los organismos en bandas a lo largo del intermareal, en un esquema de dos o tres zonas: el número de zonas y las especies que los caracterizan varía entre sitios y estaciones del año, por lo tanto no es posible indicar un único patrón general de zonificación en estas playas arenosas. Los muestreos deben tomarse a lo largo de todo el año: lo que ocurre en un momento determinado no es reflejo de lo que pasa durante el resto del año.

- Existe una relación entre las variables biológicas y las variables físicas: los análisis mostraron la importancia del tamaño de las partículas en la estructuración de la comunidad intermareal de playas arenosas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Aerts K., T. Vanagt, S. Degraer, S. Guartatanga & otros 5. 2004. Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (bay of Valdivia). *Belgian Journal of Zoology*, 134: 17–24.

Alexander R.R., R.J.J. Stanton & J.R. Dodd. 1993. Influence of sediment grain size on the burrowing of bivalves - correlation with distribution and stratigraphic persistence of selected neogene clams. *Palaios*, 8: 289–303.

Ansell A.D. & A. McLachlan. 1980. Upper temperature tolerances of three mollusks from South African sandy beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 48: 243–251.

Ansell A.D. 1983. The biology of the genus *Donax*. En: McLachlan A. & T. Erasmus (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. W. Junk, The Hague, p 607–636.

Araújo Silva M., F.G. Araújo, M.C. Costa de Azevedo, J.N. de Sousa Santos. 2004. The nursery function of Sandybeaches in Brazilian tropical bay for 0-group anchovies (Teleostei: Engraulidae): diel, seasonal and spatial patterns. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84: 1229–1232.

Bacescu M. 1968. Étude des quelques Leptomysini (Crustacea Mysidacea) des eaux du Brésil et de Cuba; Description d'un genre et de cinq autres taxons nouveaux. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale Giacomo Doria*, 77: 232–249.

Bally R. 1981. The ecology of three sandy beaches on the west coast of South Africa. PhD dissertation, University of Cape Town.

Bally R. 1983. Intertidal zonation on sandy beaches of the west coast of South Africa. *Cahiers de Biologie Marine*, 24: 85–103.

Banse K. & K.D. Hobson. 1974. Benthic errantiate polychaetes of British Columbia and Washington. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 185: 111 p.

- Barros F., C.A. Borzone & S. Rosso. 2001. Macroinfauna of six beaches near Guaratuba Bay, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 4: 351–364.
- Bastida R. & M.R. Torti. 1969. Un nuevo isópodo del genero *Macrochiridothea* de las costas Argentinas. *Neotropica*, 15: 1–8.
- Bastida R. & M.R. Torti. 1970. *Chaetilia argentina* sp. nov., un nuevo aporte al conocimiento de la isopodofauna sudamericana. *Bulletin du muséum national d'histoire naturelle*, 2<sup>o</sup> série, 42: 392–400.
- Bastida R. & M.R. Torti. 1973. Los Serolidae de la Argentina. *Physis* Secc. A. Buenos Aires, 32: 19–46.
- Bastida R., A. Roux, C. Bremec, M. Gerpe & M. Sorensen. 1991. Estructura poblacional de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) durante el verano de 1989 en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Frente Marítimo*, 9A: 83–92.
- Bertrán C.E. 1989. Zonación y dinámica temporal de la macroinfauna intermareal en el estuario del Río Lingue (Valdivia, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 62: 19–32.
- Beyst B., D. Buysse, A. Dewicke & J. Mees. 2001a. Surf zone hyperbenthos of Belgian sandy beaches: seasonal patterns. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53: 877–895.
- Beyst B., K. Hostens & J. Mees. 2001b. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation. *Journal of Sea Research*, 46: 281–294.
- Beyst B., J. Vanaverbeke, M. Vincx & J. Mees. 2002. Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. *Marine Ecology Progress Series*, 225: 263–274.
- Bird E.C.F. 1996. Beach Management. Wiley, Chichester, UK, 292 p.
- Blanco D., P. Yorio & P. Kandus. 2001. Distribution and abundance of migratory shorebirds along the coasts of the Buenos Aires Province, Argentina: towards a model



of habitat use and conservation guidelines. Final Report to National Fish & Wildlife Foundation. NFWF Project No. 00-268.

Boltovskoy D. (ed.) 2007. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la costa y el Mar Argentino. *atlas.ambiente.gov.ar*.

Borzzone C.A., J.R.B. Souza & A.G. Soares. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena De Historia Natural*, 69: 565–577.

Borzzone C.A. & J.R.B. Souza. 1997. Estrutura da macrofauna bentónica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, 3: 197–212.

Boschi E.E. 1964. Los Crustáceos Decápodos Brachyura del Litoral Bonaerense (R. Argentina). *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 6: 1–99.

Boschi E.E. 1979. Geographic distribution of Argentinian marine decapod crustaceans. *Bull. Biol. Soc. Wash*, 3: 134–143.

Boschi E.E., C.E. Fischbach & M.I. Iorio. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frente Marítimo*, 10: 7–94.

Bouderesque C. 1971. Méthodes d' etude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Thetys*, 3: 79–104.

Brazeiro A. 2001. Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: what are the underlying factors? *Marine Ecology Progress Series*, 224: 35–44.

Brazeiro A. & O. Defeo. 1996. Macrofauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 523–536.

Brazeiro A., N. Rozbaczylo & J.M. Fariña. 1998. Distribución espacial de la macrofauna en una playa expuesta de Chile central: efectos de la morfodinámica intermareal. *Investigaciones Marinas*, 26: 119–126.

Bremec C. 1986. Asociaciones del macrobentos infralitoral de Monte Hermoso (39°00'S-61°17'W, República Argentina). *Spheniscus*, 2: 1–18.

Bremec C. 1992. Benthic research in Argentina. *Oebalia*, 18: 95–107.

Bremec C.S. & N.J. Cazzaniga. 1984. Consideraciones sobre *Pachycheles haigae* Rodrigues da Costa, 1960 y *P. chubulensis* Boschi, 1963 en Monte Hermoso (República Argentina) (Crustacea, Anomura, Porcellanidae). *Iheringia Série Zoologia*, 64: 127–148.

Bremec C., M.C. Carcedo, M.C. Piccolo, E. dos Santos & S. Fiori. 2013. *Sabellaria nanella* (Sabellariidae): from solitary subtidal to intertidal reef-building worm at Monte Hermoso, Argentina (39° S, south-west Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1: 1–6.

Brown A.C. 1996. Behavioural plasticity as a key factor in the survival and evolution of the macrofauna on exposed sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 469–474.

Brown A.C. 2001. Biology of sandy beaches. In: Encyclopedia of Ocean Sciences, Volume 5, J.H. Steele, S.A. Thorpe & K.K. Turekian (eds.) p. 2496–2504. London, UK: Academic Press.

Brown A.C. & A. McLachlan. 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation*, 29: 62–77.

Burger J. 1991. Foraging behavior and the effect of human disturbance on the piping plover (*Charadrius melodus*). *Journal of Coastal Research*, 7: 39–52.

Bustos M.L., M.C. Piccolo & G.M.E. Perillo. 2008. Cambios en la geomorfología de la playa de Pehuen Co debido a la actividad de las olas el 26 de julio de 2007. El territorio, las actividades económicas y la problemática ambiental en el Sudoeste Bonaerense. EdiUNS. Bahía Blanca. p. 97-102.

Bustos M.L., M.C. Piccolo & G.M.E. Perillo. 2011. Efectos geomorfológicos de fuertes vientos sobre playas. El caso de la playa de Pehuen Co, Argentina. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37: 121–142.

Caló J., E. Fernández, A. Marcos & H. Aldacour. 2005. Observaciones litorales ambientales de olas, corrientes y vientos de la playa de Monte Hermoso entre 1996 y 1999. *Geoacta*, 30: 27–38.

Campo de Ferreras A., A. Capelli de Steffens & P. Diez. 2004. El clima del suroeste bonaerense. Bahía Blanca: EdiUNS, 105 p.

Capelli de Steffens A. & A. Campo de Ferreras. 1994. La transición climática en el sudoeste bonaerense, Sigeo N°5, Serie monografías, Bahía Blanca. 76 p.

Carbone E. 2003. Hidrografía del arroyo Claromecó. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 198 p.

Cardoso R.S. & V.G. Veloso. 2003. Population dynamics and secondary production of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on a high-energy, subtropical beach of Brazil. *Marine Biology*, 142: 153–162.

Carter R.W.G. (ed.). 1988. Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Access Online via Elsevier.

Castellanos Z.A. 1967. Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*, 8: 9–364.

Castellanos Z.A. 1988. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica 1. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*, 1: 1–41.

Castellanos Z.A. 1989. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica 4. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*, 3: 1–40.

Castellanos Z.A. 1990a. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica 5. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*, 5: 1–36.

Castellanos Z.A. 1990b. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica 6. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*, 6: 1–36.

Chapman G. 1949. The thixotropy and dilatancy of a marine soil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 28: 123–140.

Clarke K.R. & R.M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.

Clarke K.R. & R.N. Gorley. 2006. PRIMER V6: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth: 190 p.

Clarke M. & R. Peña 1988. Zonación de la macroinfauna en una playa de arena del norte de Chile. *Estudios Oceanológicos (Chile)*, 7: 17–31.

Conover W.J. 1980. Practical Non-parametric Statistics. New York: 229–237.

Conover W.J., M.E. Johnson & M.M. Johnson. 1981. A comparative study of tests for homogeneity of variances with applications to the outer continental shelf bidding data. *Technometrics*, 23: 351–361.

Coscarón S. 1959. La almeja amarilla (*Mesodesma (T.) mactroides* Deshayes) de la costa de la provincia de Buenos Aires. *Agro Publicaciones Técnicas*, 1: 1–66

Cunha M.R. & A. Ravara. 2003. Macrofaunal zonation and sediment properties on a low-energy, mesotidal sandy beach (Ria de Aveiro) (northwestern Portugal). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19: 235–246.

Dahl E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*, 4: 1–27.

Das Neves L.P., P. Rodrigues da Silva & C.E. Bemvenuti. 2007. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, Southernmost Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55: 293–307.

Das Neves L.P., P. Rodrigues da Silva & C.E. Bemvenuti. 2008. Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 98: 36–44.

De Alava A. & O. Defeo. 1991. Distributional pattern and population dynamics of *Excirologana armata* (Isopoda: Cirolanidae) in a Uruguayan sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 33: 433–444.

De la Huz R. & M. Lastra. 2008. Effects of morphodynamic state on macrofauna community of exposed sandy beaches on Galician coast (NW Spain). *Marine Ecology*, 29: 150–159.

Defeo O. 1985. Aspectos biocenológicos y de dinámica de población de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes 1854) en la zona de la Barra del Chuy, Depto. de Rocha, Uruguay. I. Dinámica de la población. *Contribuciones Depto. Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias (Uruguay)*, 2: 76–98.

Defeo O. 1993. The effect of spatial scales in population dynamics and modelling of sedentary fisheries: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of a Uruguayan exposed sandy beach. PhD thesis, CINVESTAV-IPN, Mérida, México.

Defeo O. 1996. Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 605–614.

Defeo O. & A. McLachlan. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 295: 1–20.

Defeo O., C. Layerle & A. Masello. 1986. Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente (Chile)*, 8: 48–57.

Defeo O., E. Jaramillo & A. Lyonnet. 1992. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, 8: 830–839.

Defeo O., A. McLachlan, D.S. Schoeman, T.A. Schlacher, J. Dugan, A. Jones, M. Lastra & F. Scapini. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 1–12.

Degraer S., I. Mouton, L. de Neve & M. Vincx. 1999. Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach: summer-winter comparison. *Estuaries*, 22: 742–752.

Degraer S., A. Volckaert & M. Vincx. 2003. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 459–468.

Delgado A.L., A.J. Vitale, G.M.E. Perillo & M.C. Piccolo. 2011. Preliminary analysis of waves in the coastal zone of Monte Hermoso and Pehuen Co, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 28: 843–852.

Demichelli M.A. 1984. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 6: 235–241.

Demichelli M.A. 1985a. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: II. Datos complementarios sobre Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 6: 287–290.

Demichelli M.A. 1985b. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 6: 301–309.

Dexter D.M. 1979. Community structure and seasonal variation in intertidal panamanian sandy beaches. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 9: 543–558.

Dexter D.M. 1983. Community structure of intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. In: McLachlan A. & T. Erasmus (eds.), *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague: W. Junk, pp. 461–472.

Dexter D.M. 1984. Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna of four sandy beaches in south-eastern New South Wales. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 663–672.

Dominguez Granda L., N. Fockedey, M. De Mey, B. Beyst, M. Cornejo, J. Calderon & M. Vincx. 2004. Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). *Hydrobiologia*, 529: 205–224.

Dos Santos Alves E. & P.R. Pezzuto. 1998. Population dynamics of *Pinnixa patagoniensis* Rathbun, 1918 Brachyura: Pinnotheridae a symbiotic crab of *Sergio*

*mirim* Thalassinidea: Callianassidae in Cassino Beach, Southern Brazil. *Marine Ecology*, 19: 37–51.

Dos Santos Alves E. & P.R. Pezzuto. 2009. Effect of cold fronts on the benthic macrofauna of exposed sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57: 73–96.

Dos Santos Alves E. & S. de A. Rodrigues. 2003. Distributional patterns of *Austinixa patagoniensis* (Rathbun, 1918) (Decapoda: Pinnotheridae), a symbiotic crab of *Callichirus major* (Decapoda: Callianassidae), in Balneario Camboriú Beach, Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research: An international forum for the littoral sciences*, 19: 408–417.

Dos Santos Alves E., S. de A. Rodrigues & P.R. Pezzuto. 2005. Estudo do crescimento realtivo de *Austinixa patagoniensis* (Rathbun) (Decapoda, Pinnotheridae) simbiote de *Callichirus major* (Say) (Decapoda, Callianassidae) no mesolitoral da Praia de Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 784–792.

Dugan J.E., D.M. Hubbard & M. Lastra. 2000. Burrowing abilities and swash behavior of three crabs: *Emerita analoga* Stimpson, *Blepharipoda occidentalis* Randall, and *Lepidopa californica* Efford (Anomura, Hippoidea), of exposed sandy beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 255: 229–245.

Eleftheriou A. & D.A. Jones. 1976. The genus *Eurydice* on the west coast of India. *Journal of Zoology*, 178: 385–394.

Elías R., O. Iribarne, C. Bremec & D. Martínez. 2007. Comunidades bentónicas de fondos blandos. En: Pícolo M.C. & M.S. Hoffmeyer (eds.). *El ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, p. 179–190

Emery K.O. 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6: 90–93.

Escofet A. 1983. Community ecology of sandy beach from Patagonia. MSc. thesis. Univ. Washington D.C.

Escofet A., N.M. Gianuca, S. Maitia & V. Scarabino. 1979. Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29° y 43° LS: consideraciones generales y esquema biocenológico. En: *Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma continental del Atlántico Sur*, Montevideo, p. 254-258.

Fahmy T. 1999. XLSTAT. Paris (France): Addinsoft.

Fauchald K. 1977. The polychaete worms; definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles Country & the Allan Hancock Foundation. Science Series 28: 188 p.

Félix-Hackradt F.C., H.L. Spach, P.S. Moro, R. Schwarz Jr., C. Santos, C.W. Hackradt. & M. Hostim-Silva. 2007. Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil. *Panamjas*, 2: 27–39.

Félix-Hackradt F.C., H.L. Spach, P.S. Moro, H.A. Pichler, A.S. Maggi, M. Hostim-Silva & C.W. Hackradt. 2010. Diel and tidal variation in surf zone fish assemblages of a sheltered beach in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38: 447–460.

Fenchel T.M. & R.J. Riedl. 1970. The sulphide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottoms. *Marine Biology*, 7: 255–268.

Fernández E., J. Caló, A. Marcos & H. Aldacour. 2003. Interrelación de los ambientes eólico y marino a través del análisis textural y mineralógico de las arenas de Monte Hermoso, Argentina. *AAS Revista*, 10: 151–162.

Ferrando A., J.L. Esteves, R. Elías & N. Méndez. 2010. Intertidal macrozoobenthos in sandy beaches of Bahía Nueva (Patagonia, Argentina) and their use as bioindicators of environmental impact. *Scientia Marina*, 74: 345–352.

Fiori S.M. 1996a. Massive mortality of yellow clams (*Mesodesma mactroides*) in Monte Hermoso beach (Argentina). *Harmful Algae News* 15(9).

Fiori S.M. 1996b. Dynamics of the population the Yellow clam (*Mesodesma mactroides*) in Monte Hermoso beach (Argentina), after forty years the prohibition. Proceedings of the 4th International Congress of Medical and Applied Malacology. *Journal of Medical and Applied Malacology* 8: 87.



- Fiori S.M. 1997. Evaluación de la población de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) en el área de Monte Hermoso (Buenos Aires), al cabo de cuatro décadas de veda. Tesis para optar por el grado de Magister en Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 76 p.
- Fiori S.M. 2002. Ecología poblacional de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) en el extremo austral de su distribución. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca). 253 p.
- Fiori S.M. & N.J. Cazzaniga. 1999. Mass mortality of Yellow clam *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Maत्रacea) in Monte Hermoso beach Argentina. *Biological Conservation*, 89: 305–309.
- Fiori S.M. & O. Defeo. 2006. Large-scale and long-term patterns in life history traits of an endangered species: the yellow clam (*Mesodesma mactroides*) of Atlantic sandy beaches of South America. *Journal of Coastal Research*, 22: 872–880.
- Fiori S.M., V. Vidal-Martínez, R. Simá-Álvarez, R. Rodríguez-Canul, M. Aguirre-Macedo & O. Defeo. 2004. Field and laboratory observations of the mass mortality of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in South America: the case of Isla del Jabalí, Argentina. *Journal of Shellfish Research*, 23: 451–455.
- Fish S. 1970. The biology of *Eurydice pulchra* (Crustacea: Isopoda). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 50: 753–768.
- Folk R.L. & W.C. Ward. 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentology and Petrology*, 27: 3–27.
- Gaelzer L.R. & I.R. Zalmon. 2008. Tidal influence on surf zone ichthyofauna structure at three sandy beaches, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56: 165–177
- Gianuca N. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. In: McLachlan A. & T. Erasmus (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. Junk, The Hague, p. 413–420.

Gianuca N.M. 1987. Zonación e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil. In: Simpósio De Ecossistemas Da Costa Sul E Sudeste Brasileira, 1987, Cananéia. Síntese dos conhecimentos. Cananéia, SP, 1: 313–332.

Gibbins C., D. Vericat & R.J. Batalla. 2007. When is stream invertebrate drift catastrophic? The role of hydraulics and sediment transport in initiating drift during flood events. *Freshwater Biology*, 52: 2369–2384.

Gimenez L & B. Yannicelli. 1997. Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Mar Ecol Prog Ser*, 160: 197-207.

Glynn P.W., D.M. Dexter & T.E. Bowman. 1975. *Excirolana braziliensis*, a pan American sand beach isopod: taxonomic status, zonation and distribution. *Journal of Zoology of London*, 175: 509–521.

Godefroid R.S., M. Hofstaetler & H.L. Spach. 1999. Larval fish in the surf zone of Pontal do Sui beach, Pontal do Parana, Parana, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 1005–1011.

Gomes M.P., M.S. Cunha & I.R. Zalmon. 2003. Spatial and temporal variations of diurnal ichthyofauna on surf-zone of São Francisco do Itabapoana beaches, Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46: 653–664.

González L.A. 1974. Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea: Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista Biológica del Uruguay*, 11: 119–130.

Gray J. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge Studies in Modern Biology 2. Cambridge University Press.

Griffith H. & M. Telford. 1985. Morphological adaptations to burrowing in *Chiridotea coeca* (Crustacea, Isopoda). *Biological Bulletin*, 168: 296–311.

Hacking N. 1998. Macrofaunal community structure of beaches in northern New South Wales, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 49: 47–53

- Hamerlynck O. & J. Mees. 1991. Temporal and spatial structure in the hyperbenthic community of a shallow coastal area and its relation to environmental variables. *Oceanologia Acta* (Special Volume), 11: 205–212.
- Haynes D. & G.P. Quinn. 1995. Temporal and spatial variability in community structure of a sandy intertidal beach, Cape Paterson, Victoria, Australia. *Marine and Freshwater Research* 46: 931–942.
- Hobson K.D. & K. Banse. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 209: 144 p.
- Hoffmeyer M. 1993. *Mysidopsis rionegrensis*, a new species of Mysidacea from San Matias Gulf, Argentina. *Physis. Sección A: Los Océanos y sus Organismos*, 48: 15–19.
- Hoffmeyer M. & H. Mianzan. 2007. Macro-zooplankton del estuario y aguas costeras adyacentes. En: M.C. Pícolo & M.S. Hoffmeyer (eds.). *El ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca: p. 143-151.
- Holland A.F. & T.T. Polgar. 1976. Seasonal changes in the structure of an intertidal community. *Marine Biology*, 37: 341–348.
- Huamantínco Cisneros M.A. & M.C. Piccolo. 2010. Índices de confort aplicados al Balneario de Monte Hermoso, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, 52: 201–214.
- IUCN, 1994. Red List Categories. IUCN Species Survival Commission. IUCN Council, Gland, Switzerland, 21 p.
- James R.J. & P.G. Fairweather. 1996. Spatial Variation of Intertidal Macrofauna on a Sandy Ocean Beach in Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 81–107.
- Janssen G. & S. Mulder. 2005. Zonation of macrofauna across sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia*, 47: 265–282.
- Jaramillo E. 1978. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del Sur de Chile (Mehuín, Valdivia), *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 13: 71–92.

Jaramillo E. & A. McLachlan. 1993. Community and Population Responses of the Macroinfauna to Physical Factors over a Range of Exposed Sandy Beaches in South-central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37: 615–524.

Jaramillo E., A. McLachlan & P. Coetzee. 1993. Intertidal zonation patterns of macroinfauna over a range of exposed sandy beaches in South-Central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 101: 105–118.

Jaramillo E., A. McLachlan & J. Dugan. 1995. Total sample area and estimates of species richness in exposed sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series*, 119: 311–314.

Jaramillo E., H. Contreras, C. Duarte & P. Quijón. 1996. Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 655–663.

Jaramillo E., F. Carrasco, P. Quijón, M. Pino & H. Contreras. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71: 459–478.

Jaramillo E., C. Duarte & H. Contreras. 2000. Sandy beach macroinfauna from the coast of Ancud, Isla de Chiloé, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73: 771–786.

Jaramillo E., H. Contreras, C. Duarte & P. Quijón P. 2001. Relationships between community structure of the intertidal macroinfauna and sandy beach characteristics along the Chilean coast. *Marine Ecology*, 22: 323–342.

Kenkel N.C. & L. Orloci. 1986. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: some new results. *Ecology*, 67: 919–928.

Knox G. A. 2000. *The Ecology of Sea Shores*. CRC Press, New York, 555 pp

Komar P.D. 1976. *Beach processes and sedimentation*: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall. 429 p.

Kotwicki L., J.M. Weslawski, A. Szaltynis, A. Stasiak & A. Kupiec. 2005. Fine organic particles in a sandy beach system (Puck Bay, Baltic Sea). *Oceanologia*, 47: 165–180.

- Kruskal W.H. & W.A. Wallis. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47: 583–621.
- Lasiak T.A. 1981. Nursery grounds of juvenile teleosts: evidence from the surf zone of King's Beach, Port Elizabeth. *South African Journal of Science*, 77: 388–390.
- Lasiak T.A. 1986. Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas. *South African Journal of Zoology*, 21: 51–56.
- Lasiak T.A., McLachlan A. 1987. Opportunistic utilization of mysid shoals by surf-zone teleosts. *Marine Ecology Progress Series*, 37: 1–7.
- Leber K.M. 1982. Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave energy sandy beach. *Bulletin of Marine Science*, 32: 86–98.
- Lercari D., L. Bergamino & O. Defeo. 2010. Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamics: Comparing ecosystem structure and biomass flow. *Ecological Modelling*, 221: 2751–2759.
- Levene H. 1960. Robust tests for equality of variances. En: Olkin I. (ed.) Contributions to probability and statistics. Stanford University Press. p. 278–292.
- Luzzatto D.C. 2006. The biology and ecology of the giant free egg capsules of *Adelomelon brasiliiana* Lamarck, 1811 (Gastropoda: Volutidae). *Malacologia*, 49: 107–119.
- Manning R.B. & D.L. Felder. 1989. The *Pinnixa cristata* complex in the Western Atlantic, with a description of two new species (Crustacea: Decapoda: Pinnotheridae) (No. 473). Smithsonian Institution Press.
- Marcus E.V. & E.R. Marcus. 1969. Opisthobranchian and lamellarian gastropods collected by the "Vema". *American Museum Novitates*, 2368: 1–33.
- Margalef R. 1977. Ecología. Ediciones Omega, Barcelona, 951 p.
- Marin Jarrin J.R. & A.L. Shanks 2011. Spatio-temporal dynamics of the *surf-zone* faunal assemblages at a Southern Oregon sandy beach. *Marine Ecology*, 32: 232–242.

- Marin Jarrin J.R., A.L. Shanks & M.A. Banks. 2009. Confirmation of the presence and use of sandy beach surf-zones by juvenile Chinook salmon. *Environmental Biology of Fishes*, 85: 119–125.
- Martos P. & Piccolo M.C. 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38 and 42 S. *Continental Shelf Research*, 8: 1043–1056.
- Masselink G. & A.D. Short. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics, a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*, 9: 785–800.
- Mauchline J. 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in Marine Biology*, 18: 1–680.
- McArdle S. & A. McLachlan. 1991. Dynamics of the swash zone and effluent line on sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series*, 76: 91–99.
- McArdle S. & A. McLachlan. 1992. Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. *Journal of Coastal Research*, 8: 398–407.
- McGwynne L.E. & A. McLachlan. 1985. Spatial and temporal distribution and overlap of three species of *Bullia* (Gastropoda, Nassariidae) on exposed sandy beaches. *The Veliger*, 28: 28–36.
- McLachlan A. 1983. Sandy beach ecology – a review. In McLachlan A. & T. Erasmus (eds.), *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague, The Netherlands: Junk, p. 321–380.
- McLachlan A. 1989. Water filtration by dissipative beaches. *Limnology and Oceanography*, 34: 774–780.
- McLachlan A. 1990. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*, 6: 57–71.
- McLachlan A. 2001. Coastal beach ecosystems. In: Lewin R (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, New York, p 741–751.
- McLachlan A & I. Turner. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. *PSZN Marine Ecology* 15: 177–211.

- McLachlan A. & E. Jaramillo. 1995. Zonation on sandy beaches. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 33: 305–335.
- McLachlan A. & A. Dorvlo. 2005. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *Journal of Coastal Research*, 21: 674–687.
- McLachlan A. & A. Brown. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*, 2nd edn. Elsevier-Academic Press, Burlington, MA.
- McLachlan A. & A. Dorvlo. 2007. Global Patterns in Sandy Beach Macrobenthic Communities: Biological Factors. *Journal of Coastal Research*, 23: 1081–1087.
- McLachlan A., T. Erasmus, A.H. Dye, T. Woolridge, G. Van der Horst, G. Rossouw, T.A. Lasiak & L. McGwynne. 1981. Sandy beach energetics: an ecosystems approach towards a high energy interface. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13: 11–25
- McLachlan A., I.G. Eliot & D.J. Clarke. 1985. Water filtration through reflective microtidal beaches and shallow sublittoral sands and its implications for an inshore ecosystem in Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 21: 91–104.
- McLachlan A., E. Jaramillo, T.E. Donn & F Wessels. 1993. Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. *Journal of Coastal Research*, 15: 27–38.
- McLachlan A., E. Jaramillo, O. Defeo, J. Dugan, A. de Ruyck & P. Coetzee. 1995. Adaptations of bivalves to different beach types. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 187: 147–160.
- McLachlan A., A.D. Ruyck & N. Hacking. 1996. Community structure on sandy beaches: patterns of richness and zonation in relation to tide range and latitude. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 451–467.
- McLachlan A., M. Fisher, H.N. Al-Habsi, S. Al-Shukairi, A.M. Al-Habsi. 1998. Ecology of sandy beaches in Oman. *Journal of Coastal Conservation*, 4: 181–190.
- McManus J. 1988. Grain size determination and interpretation. *Techniques in sedimentology*, 408.

Mees J. 2012. Leptomysinae and Mysinae. World Register on Marine Species. Disponible en <http://www.marinespecies.org>

Mees J. & M.B. Jones. 1997. The Hyperbenthos. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 35: 221–255.

Mendez M.M.P., E. Schwindt & A. Bortolus. 2010. Relationships between macroinfaunal invertebrates and physicochemical factors in two sandy beaches of Patagonia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 429–435.

Montserrat A.L. & C. Celsi. 2006. Zona Costera del sur de Buenos Aires: Por qué es imperativo proteger el paisaje natural entre Pehuén-có y Monte Hermoso. Proyecto Costas Bonaerenses. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Departamento de Ciencias Naturales y Antropología (CEBBAD) – Universidad Maimonides.

Monteiro Neves F. & C.E. Bemvenuti. 2006. Spatial distribution of macrobenthic fauna on three sandy beaches from northern Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54: 135–145.

Morang A. & L.E. Parson. 2002. Coastal Morphodynamics. In: Morang A. (ed.), Coastal Engineering Manual, Part IV, Coastal Geology, Chapter IV-3, Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC, 86 p.

Moreno M., T.J. Ferrero, V. Granelli, V. Marin, G. Albertelli & M. Fabiano. 2006. Across shore variability and trophodynamic features of meiofauna in a microtidal beach of the NW Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 357–367.

Muniain C., N.E. Ardila & J.L. Cervera. 2007. *Pleurobranchaea inconspicua* Bergh, 1897 (Opisthobranchia: Pleurobranchidae): Redescription and distribution from Argentina and Colombia. *Bonner zoologische Beiträge Band*, 55: 291–300.

Munilla T., Corrales M.J., San Vicente C. 1998. Suprabenthic assemblages from Catalan beaches: zoological groups. *Orsis*, 13: 67–78.

Murano M. 1999. Mysidacea. In: Boltovskoy D. (ed.), South Atlantic Zooplankton, Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden, p. 1099–1140.



Nel P. 2001. Physical and biological factors structuring sandy beach macrofauna communities. Cape Town, South Africa: University of Cape Town, Doctoral thesis, 202p.

Nel P., A. McLachlan & D. Winter. 1999. The effect of sand particle size on the burrowing ability of the beach mysid *Gastrosaccus psammodytes* Tattersall. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48: 599–604.

Noy-Meir I. 1979. Structure and function of desert ecosystems. *Israel Journal of Botany*, 28: 1–19.

Olivier S.R. & P.E. Penchaszadeh. 1968a. Evaluación de los efectivos de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Desh. 1854) en las costas de la provincia de Buenos Aires. Proyecto de Desarrollo Pesquero - FAO. *Serie Informes Técnicos*, 8: 1–10.

Olivier S.R. & P.E. Penchaszadeh. 1968b. Efectivos de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) en las costas de la provincia de Buenos Aires y pautas para su explotación racional. Proyecto de Desarrollo Pesquero - FAO. *Serie Informes Técnicos*, 8 (Suplemento): 1-6.

Olivier S.R., D.A.A. Capezzani, J.I. Carreto, H.E. Christiansen, V.J. Moreno, J.E. Aizpun de Moreno & P.E. Penchaszadeh. 1971. Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Desh. 1854) en Mar Azul (Pdo. de Gral Madariaga, Bs. As., Argentina). Proyecto de Desarrollo Pesquero - FAO. *Serie Informes Técnicos*, 27: 1–90.

Orenzanz J.M. 1974. Los anélidos poliquetos de la provincia biogeográfica argentina. V. Onuphidae. *Physis* Secc. A. Buenos Aires, 33: 75–122.

Peiró D.F., P.R. Pezzuto & F.L. Mantelatto. 2011. Relative growth and sexual dimorphism of *Austinixa aidae* (Brachyura: Pinnotheridae): a symbiont of the ghost shrimp *Callichirus major* from the southwestern Atlantic. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39: 261–270.

Penchaszadeh P.E. & S.R. Olivier. 1975. Ecología de una población de "berberecho" (*Donax hanleyanus*) en Villa Gesell, Argentina. *Malacologia*, 15: 133–146.

Pérez-Domingo S., C. Castellanos & J. Junoy. 2008. The sandy beach macrofauna of Gulf of Gabes (Tunisia). *Marine Ecology*, 29: 51–59.

Perillo G.M.E., M.C. Piccolo, E. Parodi & R.H. Freije. 2000. The Bahía Blanca Estuary, Argentina. In: U. Seeliger, B. Kjerfve (eds.). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. *Environmental Science Series*, Springer Verlag, Berlín: 205–217.

Peterson C.H. 1979. Predation, competitive exclusion, and diversity in the soft-sediment benthic communities of estuaries and lagoons. In Livingston R.J. (ed.) *Ecological Processes in Coastal and Marine Systems*, p. 233–264.

Pielou E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. *An introduction to mathematical ecology*.

Poore G.C.B., F. Ramirez & A. Schiariti. 2009. A new species of Chaetiliidae (Crustacea: Isopoda: Valvifera) from the Río de la Plata estuary, Argentina – Uruguay, and reconsideration of *Macrochiridothea* and *Chiriscus*. *Zootaxa*, 21: 51–65.

Raffaelli D. & S. Hawkins. 1996. Intertidal ecology. Chapman & Hall. London: 356 p.

Raffaelli D., I. Karakassis & A. Galloway. 1991. Zonation schemes on sandy shores: a multivariate approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 148: 241–253.

Ramalho Fernandes R.S. & A. Soares-Gomes. 2006. Community structure of macrobenthos in two tropical sandy beaches with different morphodynamic features, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Ecology*, 27: 160–169.

Ricciardi A. & E. Bourget. 1999. Global patterns of macroinvertebrate biomass in marine intertidal communities. *Marine Ecology Progress Series*, 185: 21–35.

Rodil I.F. & M. Lastra. 2004. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61: 37–44.

Rodil I.F., M. Lastra & A.G. Sánchez-Mata. 2006. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate latitudes: north coast of Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67: 267–279.

Rumbold D.G., P.W. Davis & C. Perretta. 2001. Estimating the effect of beach nourishment on *Caretta caretta* (loggerhead sea turtle) nesting. *Restoration Ecology*, 9: 304–310.

Salvat B. 1964. Les conditions hydrodynamiques intertidielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition vertical de la faune endogée. *Comptes Rendus Academie Sciences Paris*, 256: 1576–1579.

San Vicente C. & J.C. Sorbe. 1999. Spatio-temporal structure of the suprabenthic community from Creixell beach (western Mediterranean). *Acta Oecologica*, 20: 377–389.

Sato N., T. Asahida, H. Terashima, M.D. Hurbungs & H. Ida. 2008. Species composition and dynamics of larval and juvenile fishes in the surf zone of Mauritius. *Environmental Biology of Fishes*, 81: 229–238.

Scapini F., M. Audoglio, L. Chelazzi, I. Colombini & M. Fallaci. 1997. Astronomical, landscape and climatic factors influencing oriented movements of *Talitrus saltator* in nature. *Marine Biology*, 128: 63–72.

Schiariti A., H.W. Mianzan & F.C. Ramirez. 2004. New records of *Mysidopsis tortonesei* Bacescu, 1968 and *M. rionegrensis* Hoffmeyer, 1993 (Mysidacea) from the Rio de la Plata estuary and Buenos Aires coastal waters. *Crustaceana*, 77: 887–893.

Schlacher T.A., J. Dugan, D.S. Schoeman, M. Lastra, A. Jones, F. Scapini, A. McLachlan & O. Defeo. 2007. Sandy beaches at the brink. *Diversity Distributions*, 13: 556–560.

Schlacher, T.A., D.S. Schoeman, J. Dugan, M. Lastra, A. Jones, F. Scapini & A. McLachlan. 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*, 29: 70–90.

Schmitt W.L., J.C. McCain & E.S. Davidson. 1973. Decapoda I: Brachyura I: Fam. Pinnotheridae. *Crustaceorum Catalogus*, 3: 1–160.

Schoeman D.S. & A.J. Richardson. 2002. Investigating biotic and abiotic factors affecting the recruitment of an intertidal clam on an exposed sandy beach using a

generalized additive model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 276: 67–81.

Schoeman D.S., A. McLachlan & J.E. Dugan. 2000. Lessons from a Disturbance Experiment in the Intertidal Zone of an Exposed Sandy Beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 869–884.

Senta T. & Kinoshita I. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 609–618.

Servicio de Hidrografía Naval (SHN). 2009. Tablas de Marea. Buenos Aires: Departamento de Artes Gráficas del Servicio de Hidrografía Naval, Publicación H-610, p 140-144.

Shannon C.E. & W. Wiener. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 177 p.

Shapiro S.S. & M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52: 591–611.

Sherman D.J., K.M. Barron & J.T. Ellis. 2002. Retention of beach sands by dams and debris basins in southern California. *Journal of Coastal Research*, 36: 662–674.

Short A.D. 1996. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 589–604.

Soares A.G. 2003. Sandy beach morphodynamics and macrobenthic communities in temperate, subtropical and tropical regions – a macroecological approach. PhD thesis, University of Port Elizabeth, Port Elizabeth.

Soares A.G., A. McLachlan & T.A. Schlacher. 1996. Disturbance effects of stranded kelp on populations of the sandy beach bivalve *Donax serra* (Röding). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 205: 165–186.

Strydom N.A. 2003. Occurrence of larval and early juvenile fishes in the surf zone adjacent to two intermittently open estuaries, South Africa. *Environmental Biology of Fishes*, 66: 349–359.

Strydom N.A. & B.D. d'Hotman. 2005. Estuary-dependence of larval fishes in a non-estuary associated South African surf zone: evidence for continuity of surf assemblages. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 63: 101–108.

Takahashi K., Hirose T., Kawaguchi K. 1999. The importance of intertidal sand-burrowing peracarid crustaceans as prey for fish in the surf-zone of a sandy beach in Otsuchi Bay, Northeastern Japan. *Fisheries Science*, 65: 856–864.

Tattersall O.S. 1955. Mysidacea. *Discovery Reports*, 28: 1–190.

Ter Braak C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, 67: 1167–1179.

Thompson G.A. & M.F. Sánchez De Bock. 2009. Influence of beach morphodynamics on the bivalve *Donax hanleyanus* and *Mesodesma mactroides* populations in Argentina. *Marine Ecology*, 30: 198–211.

Vaquero M.C., J.C. Pascale & P. Ercolani. 2004. Comunidad - municipio - universidad, propuesta de desarrollo turístico. Estudio de caso: Municipio de Monte Hermoso. *Aportes y Transferencias*, 8: 75–88.

Vega V., S. Rodríguez & M. Valente. 1989. Shallow marine and fluvial environments of Quaternary deposits in Pehuen-Có beach, Buenos Aires, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 7: 51–80.

Veloso V.G., C.H.S. Caetano & R.S. Cardozo. 2003. Composition, structure and zonation of intertidal macrofauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state, Brazil. *Scientia Marina*, 67: 393–402.

Wendt G.E. & A. McLachlan. 1985. Zonation and biomass of the intertidal macrofauna along a South African sandy beach. *Cahiers de Biologie Marine*, 26: 1–14

Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 27: 377–392.

Withers R.G. 1977. Soft-Shore macrobenthos along the Southwest coast of Wales. *Estuarine and Coastal Marine Science* 5: 467–484.

Woodin S.A. 1983. Biotic interactions in recent marine sedimentary environments. In Tevesz M.J.S. & P.L. McCall (eds.) Biotic interactions in recent and fossil benthic communities, p. 3-38. Plenum Press.

Wright L.D. & A.D. Short 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56: 93–118.

Zuñiga O., R. Peña & M. Clarke. 1985. Historia de vida y producción de *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). *Estudios Oceanológicos*, 4: 9–19.

## **ANEXO: MACROFAUNA BENTÓNICA EN LAS PLAYAS DE MONTE HERMOSO Y PEHUEN-CÓ**

A continuación se presenta un catálogo sobre las especies de invertebrados que constituyen la comunidad intermareal y de la zona del *surf* de las playas de arena de Monte Hermoso y Pehuen-Có. Se incluye una ficha técnica descriptiva con información básica sobre cada organismo considerado: nombre científico, material estudiado, ocurrencia y descripción (fuente). El objetivo del presente catálogo es reunir información que permita identificar fácilmente los invertebrados que componen la comunidad bentónica de estas playas, necesaria para futuros trabajos en el área y para evaluar eventuales cambios en la composición faunística.

El material estudiado proviene de la zona intermareal y de la zona del *surf* de las playas de arena de Monte Hermoso y Pehuen-Có. El material estudiado constituye una colección de referencia depositada en el Laboratorio de Bentos del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO).



*Sergio mirim* (Rodrigues, 1966)

Material estudiado: 48 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal de Monte Hermoso y Pehuén-Có.

Descripción y distribución geográfica: Rodrigues, S.d.A.1966. Estudios sobre Callianassa. Sistemática, Biología e Anatomía, p. 168. Universidade de São Paulo.



*Austinixa patagoniensis* (Rathbun, 1918)

Material estudiado: 1047 individuos: machos y hembras, hembras ovígeras y juveniles.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuén-Có.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, Enrique E. 1964. *Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina)*. Mar del Plata, Argentina, Instituto de Biología Marina (IBM), 99pp. (Boletín del Instituto de Biología Marina, 6)





*Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851

Material estudiado: 11 individuos: machos y hembras.

Ocurrencia: la especie se registra durante verano y otoño en la zona intermareal y del surf de Monte Hermoso y Pehuén-Có.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, Enrique E. 1964. *Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina)*. Mar del Plata, Argentina, Instituto de Biología Marina (IBM), 99pp. (Boletín del Instituto de Biología Marina, 6).



*Pagurus criniticornis* (Dana, 1852)

Material estudiado: 16 ejemplares

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuén-Có.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, E.E. Fischbach, C.E. Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatopodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo. 10. 94 p.



*Libinia spinosa* Milne Edwards, 1834

Material estudiado: 1 individuo, macho.

Ocurrencia: la especie se registra durante el otoño en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, Enrique E. 1964. Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina). Mar del Plata, Argentina, Instituto de Biología Marina (IBM), 99pp. (Boletín del Instituto de Biología Marina, 6)



*Pachycheles laevidactylus* Ortmann, 1892

Material estudiado: 12 individuos, machos y hembras.

Ocurrencia: la especie se registra durante el verano y el invierno en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, E.E. Fischbach, C.E. Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo. 10. 94 p.



*Blepharipoda doelloi* Schmitt, 1942

Material estudiado: 8 ejemplares.

Ocurrencia: la especie se registra durante el otoño, primavera y verano en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Boschi, E.E. Fischbach, C.E. Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomátopodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo. 10. 94 p.



*Pseudobranchiomysis arenae* Carcedo, Fiori & Hoffmeyer, 2013

Material estudiado: 1396 ejemplares: machos, hembras, hembras con huevos y juveniles.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Carcedo, C., Fiori, S. & M. Hoffmeyer. 2013.

*Pseudobranchiomysis arenae*, a new genus and species of Leptomysinae (Crustacea: Mysida) in Argentinian sandy beaches. Zootaxa 3647 (3): 479-487.

Observaciones: Esta especie constituye un nuevo género-nueva especie endémica de las playas de Monte Hermoso y Pehuen-Có.



*Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888  
 Material estudiado: 77 individuos: machos y hembras.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona del surf de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica: Spence Bate, C. 1888. Report on the Crustacea Macrura collected by the Challenger during the years 1873-76. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. "Challenger" during the years 1873-76 24.



*Arthromysis magellanica* (Cunningham, 1871)  
 Material estudiado: 257 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante otoño y primavera en la zona del surf de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica: Tattersall, W.M. 1951. A review of the Mysidacea of the United States National Museum. Bulletin of the United States National Museum, no. 201: 1-292.



*Serolis bonaerensis* (Bastida & Torti, 1967)  
 Material encontrado: 854 individuos: machos, hembras y juveniles.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona del surf de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica: Bastida, R. and Torti, M. R. 1967. Una nueva especie de Isopoda Serolidae para las costas de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Bulletin du Museum National d'Histoire Natural, Paris, 2e serie 39 (3): 573-582.



*Chaetilia argentina* Bastida y Torti, 1970  
 Material encontrado: 3 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante verano, primavera y otoño en la zona del surf de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica: Bastida, R. and Torti, M. R. 1970. *Chaetilia argentina* sp. nov., un nuevo aporte al conocimiento de la isopodofauna Sudamericana. Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Paris 2e Serie 42 (2): 392-400.



*Chiriscus giambiagiae* (Torti & Bastida, 1972)

Material encontrado: 33 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Schotte, M., B.F. Kensley, and S. Shilling. (1995 onwards). World list of Marine, Freshwater and Terrestrial Crustacea Isopoda. National Museum of Natural History Smithsonian Institution: Washington D.C., USA.



*Macrochiridothea robusta* Bastida y Torti, 1969

Material estudiado: 33 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Bastida, R. and Torti, M. R. 1969. Un nuevo Isopodo del genero Macrochiridotea de las costas argentinas (Valvifera, Idoteidae). Neotropica 47: 65-72.



*Excirolana armata* (Dana, 1853)

Material encontrado: 46 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante invierno, primavera y verano en la zona intermareal de Monte Hermoso y Pehuen-Có

Descripción y distribución geográfica: Dana, J. D. 1853. Crustacea. Part II. In: C. Wilkes, United States Exploring Expedition, 1838-1842 under the command of Charles Wilkes. 14:1618 pages. Philadelphia.



*Sphaeroma serratum* (Fabricius, 1787)

Material estudiado: 3 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera, verano y otoño en la zona intermareal y del *surf* de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: van der Land, J. 2001. Isopoda - excluding Epicaridea, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 315-321



*Idotea balthica* (Pallas, 1772)

Material encontrado: 4 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante la primavera en la zona del *surf* de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: van der Land, J. 2001. Isopoda - excluding Epicaridea, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 315-321



*Idotea* Fabricius, 1798

Material encontrado: 51 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera, verano y otoño en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: van der Land, J. 2001. Isopoda - excluding Epicaridea, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 315-321

Observaciones: no se identificó la especie.



Cumacea

Material encontrado: 2 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y otoño en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Brusca, R.C.; Brusca, G.J. 1990. Invertebrates.

Sinauer Associates: Sunderland, MA (USA).

ISBN 0-87893-098-1. 922 pp.

Observaciones: no se identificó la especie.



Tanaidacea

Material encontrado: 2 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante el invierno en la zona del *surf* de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Brusca, R.C.; Brusca, G.J. 1990. Invertebrates.

Sinauer Associates: Sunderland, MA (USA).

ISBN 0-87893-098-1. 922 pp.

Observaciones: no se identificó la especie.



Liljeborgiidae Stebbing, 1899

Material encontrado: 1 individuo.

Ocurrencia: la especie se registra durante el verano en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Bellan-Santini, D.; Costello, M.J. 2001. Amphipoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 295-308.

Observaciones: no se identificó la especie.



Phoxocephalidae Sars, 1891

Material encontrado: 67 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intremareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Bellan-Santini, D.; Costello, M.J. 2001. Amphipoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 295-308

Observaciones: no se identificó la especie.



Ampeliscidae Krøyer, 1842

Material encontrado: 14 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante otoño, primavera y verano en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Bellan-Santini, D.; Costello, M.J. 2001. Amphipoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 295-308.

Observaciones: no se identificó la especie.



Amphipoda

Material encontrado: 50 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có

Descripción y distribución geográfica: Brusca, R.C.; Brusca, G.J. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates: Sunderland, MA (USA). ISBN 0-87893-098-1. 922 pp.

Observaciones: no se identificó la especie.



*Monocorophium insidiosum* (Crawford, 1937)

Material encontrado: 68 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante otoño, primavera y verano en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica:

Crawford, G. I. 1937. A review of the Amphipod genus *Corophium* with notes on the British species. J. Mar. biol. Ass. Plymouth 21 pp. 589-630 4 figs.



Lysianassidae Dana, 1849

Material estudiado: 2 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción, distribución geográfica:

Bellan-Santini, D.; Costello, M.J. 2001. Amphipoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 295-308.

Observaciones: no se identificó la especie.



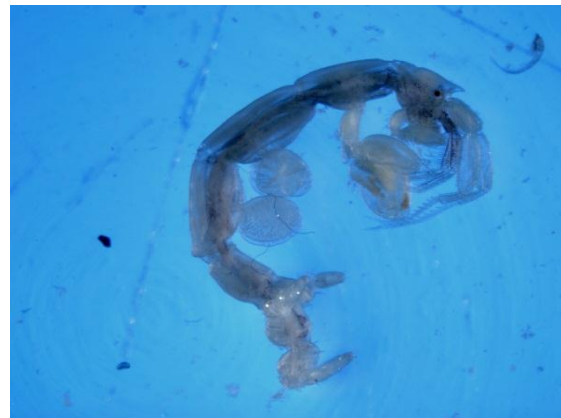
Aoridae Stebbing, 1899

Material estudiado: 38 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción, distribución geográfica: Stebbing T.R.R. 1899d. Revision of Amphipoda (continued). Annals and Magazine of Natural History, (ser. 7) 4: 205-211.

Observaciones: no se identificó la especie.



Caprellidae Leach, 1814

Material estudiado: 1 individuo.

Ocurrencia: la especie se registra durante la primavera en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Bellan-Santini, D.; Costello, M.J. 2001. Amphipoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 295-308

Observaciones: no se identificó la especie.





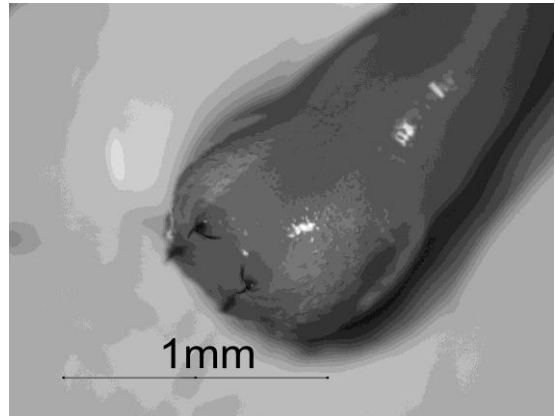
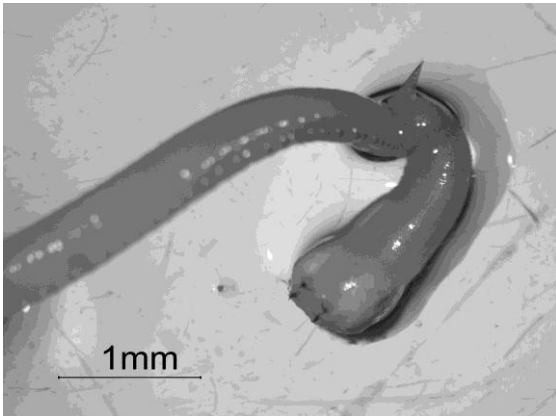
*Lepidasthenia* Malmgren, 1867

Material estudiado: 123 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188.

Observaciones: no se identificó la especie.



*Glycera americana* Leidy, 1855

Material estudiado: 20 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante verano, otoño e invierno en la zona intremareal de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188



*Diopatra viridis* Kinberg, 1865

Material estudiado: 34 individuos: juveniles y adultos

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Orensanz J.M. 1974. Los anélidos poliquetos de la provincia biogeográfica argentina. V. Onuphidae. *Physis*, 33:75-122.

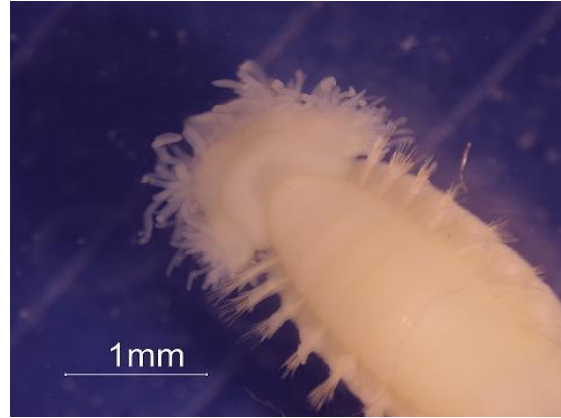


*Australonuphis casamiquelorum* (Orensanz, 1974)

Material estudiado: 41 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Orensanz, J.M. 1974. Los anélidos poliquetos de la provincia biogeográfica argentina. V. Onuphidae. *Physis*, 33: 75-122.



*Polycirrus* Grube, 1850

Material estudiado: 165 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante el invierno en la zona del *surf* de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188

Observaciones: no se identificó la especie. La misma fue considerada como una especie no residente de la zona del *surf*.

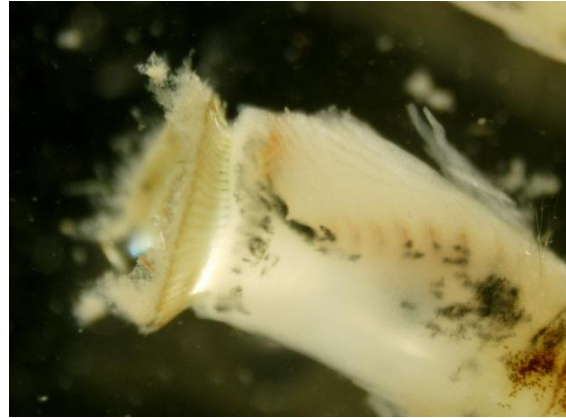


Nereididae Blainville, 1818

Material estudiado: 3 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante el verano en la zona intermareal de Monte Hermoso.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188.



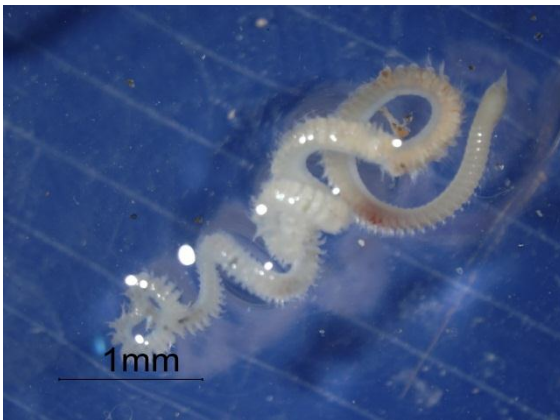
*Sabellaria nanella* Chamberlin, 1919

Material estudiado: 7 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante la primavera en la zona del *surf* de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Chamberlin, Ralph V. 1919. Pacific coast Polychaeta collected by Alexander Agassiz. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 63(6): 251-270.

Observaciones: La especie se encuentra en la zona como formadora de arrecifes intermareales y submareales someros, los organismos se encontraron dentro de los tubos de fragmentos del arrecife.

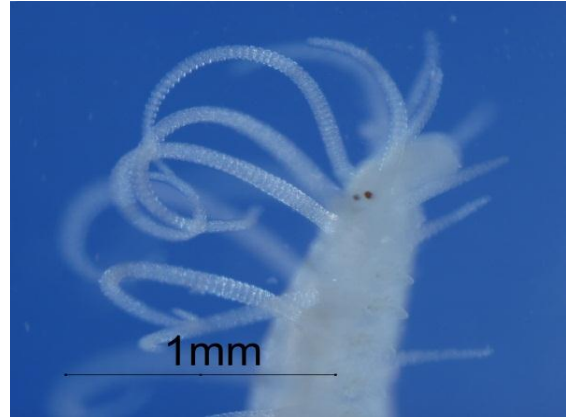
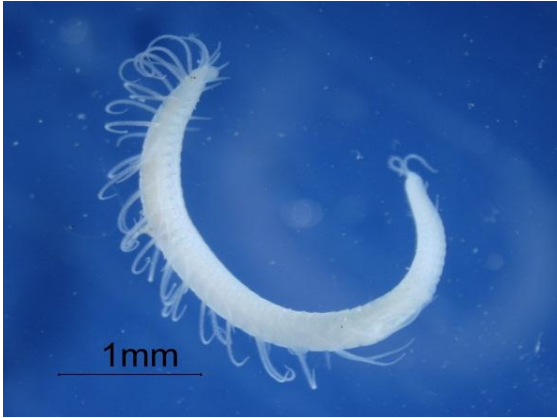


Paraonidae Cerruti, 1909

Material estudiado: 24 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante otoño, primavera y verano en la zona intermareal de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188



Syllidae Grube, 1850

Material estudiado: 5 individuos.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera, otoño e invierno en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188



Phyllodocidae Örsted, 1843

Material estudiado: 1 ejemplar.

Ocurrencia: la especie se registra durante primavera en la zona del *surf* de Pehuen-Có.

Descripción y distribución geográfica: Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) Science Series 28:1-188.



*Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854  
Material estudiado: 148 individuos: adultos y juveniles.  
Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
Descripción y distribución geográfica: Huber M. 2010. Compendium of bivalves. A full-color guide to 3.300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research. Hackenheim: Conch Books. 901 pp.



*Amiantis purpurata* (Lamarck, 1818)  
Material estudiado: 9 individuos.  
Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y otoño en la zona intermareal de Monte Hermoso.  
Descripción y distribución geográfica: Huber M. 2010. Compendium of bivalves. A full-color guide to 3.300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research. Hackenheim: Conch Books. 901 pp.  
Observaciones: La especie forma bancos submareales en la zona, siendo estos recolectados como ejemplares aislados.



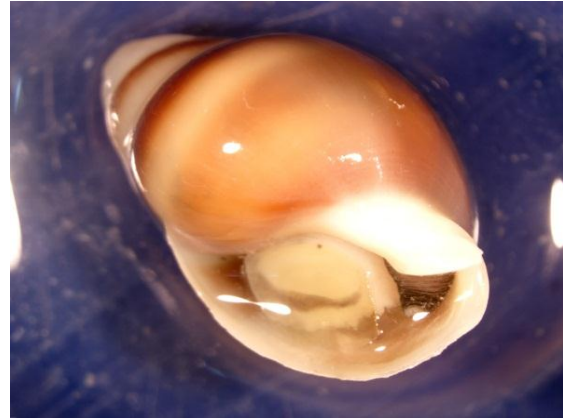
*Corbula patagónica* d'Orbigny, 1845  
Material estudiado: 55 individuos.  
Ocurrencia: la especie se registra durante invierno, primavera y verano en la zona intermareal y del surf de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
Descripción y distribución geográfica: Huber M. 2010. Compendium of bivalves. A full-color guide to 3,300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research. Hackenheim: ConchBooks. 901 pp.



*Pleurobranchaea inconspicua* Bergh, 1897  
Material estudiado: 312 individuos.  
Ocurrencia: la especie se registra durante otoño e invierno en la zona del surf de Pehuen-Có.  
Descripción y distribución geográfica: Rosenberg, G., F. Moretzsohn, and E. F. García. 2009. Gastropoda (Mollusca) of the Gulf of Mexico, Pp. 579–699 in Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A&M Press, College Station, Texas.  
Observaciones: La especie fue considerada como no residente en la zona del surf.



*Buccinanops duartei* Klappenbach, 1961  
 Material estudiado: 22 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Cernohorsky W. O. 1984. Systematics of the family Nassariidae (Mollusca: Gastropoda). Bulletin of the Auckland Institute and Museum 14: 1-356.



*Buccinanops globulosus* (Kiener, 1834)  
 Material estudiado: 29 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante todo el año en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Cernohorsky W. O. 1984. Systematics of the family Nassariidae (Mollusca: Gastropoda). Bulletin of the Auckland Institute and Museum 14: 1-356.



*Buccinanops monilifer* (Kiener, 1834)  
 Material estudiado: 1 individuo.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante primavera en la zona del *surf* de Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Cernohorsky W. O. 1984. Systematics of the family Nassariidae (Mollusca: Gastropoda). Bulletin of the Auckland Institute and Museum 14: 1-356.



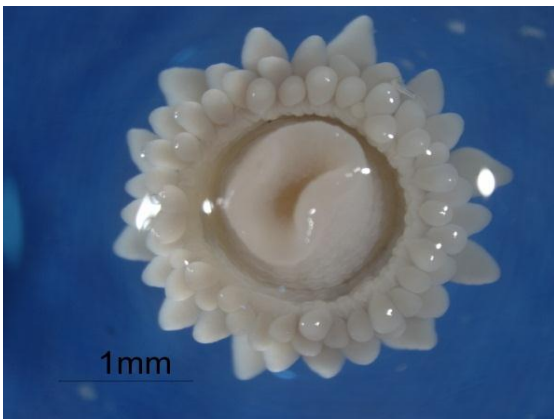
*Adelomelon (Pachycymbiola) brasiliiana* (Lamarck, 1811)  
 Material estudiado: 13 ovicápsulas  
 Ocurrencia: la especie se registra durante otoño en la zona del *surf* de Monte Hermoso.  
 Descripción y distribución geográfica: Bail P. & Poppe G.T. 2001. A conchological iconography: a taxonomic introduction of the recent Volutidae. ConchBooks, Hackenheim. 30 pp, 5 pl.  
 Observaciones: la especie fue considerada como no residente de la zona del *surf*.



*Notocochlis isabelleana* (d'Orbigny, 1840)  
 Material estudiado: 2 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Observaciones: Torigoe K. & Inaba A. 2011. Revision on the classification of Recent Naticidae. Bulletin of the Nishinomiya Shell Museum 7: 133 + 15 pp., 4 pls.



*Olivancillaria orbigny* (Marrat, 1868)  
 Material estudiado: 11 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona intermareal y del *surf* de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Klappenbach M.A. 1965. Consideraciones sobre el género Olivancillaria d'Orbigny 1840 (Moll.Gastr.) y descripción de dos nuevas especies de aguas Argentinas y Uruguayas. Com.Zool.Mus.His.Nat. Montevideo 8(104).



Cnidaria  
 Material estudiado: 2 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante otoño e invierno en la zona del *surf* de Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Margulis, L.; Schwartz, K.V. 1998. Five Kingdoms: an illustrated guide to the Phyla of life on earth. 3rd edition. Freeman: New York, NY (USA), 520 pp.  
 Observaciones: no se identificó la especie.



Ophiuroidea  
 Material estudiado: 6 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante primavera y verano en la zona intermareal de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Hansson, H.G. (2001). Echinodermata, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 336-351  
 Observaciones: no se identificó la especie.

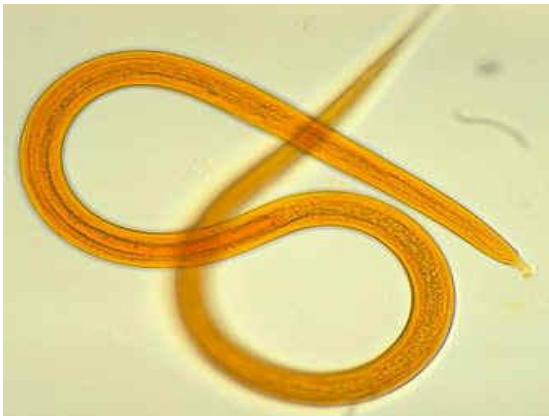




*Stylatula polyzoidea* Zamponi & Pérez, 1997  
 Material estudiado: 61 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante el invierno en la zona del *surf* de Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Williams, G.C. Index Pennatulacea :  
 Annotated bibliography and indexes of the sea pens of the world 1469-2002 (Coelenterata: Octocorallia)  
 Observaciones: La especie fue considerada como no residente de la zona del *surf*.



Sipuncula  
 Material estudiado: 2  
 Ocurrencia: la especie se registra durante el invierno en la zona del *surf* de Monte Hermoso  
 Descripción, distribución geográfica: Margulis, L.; Schwartz, K.V. 1998. Five Kingdoms: an illustrated guide to the Phyla of life on earth. 3rd edition. Freeman: New York, NY (USA), 520 pp.  
 Observaciones: no se identificó la especie.



Nematode  
 Material estudiado: 3 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante otoño y verano en la zona intermareal de Monte Hermoso  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Margulis, L.; Schwartz, K.V. 1982. Five Kingdoms: an illustrated guide to the phyla of life on earth. Second edition. Freeman.  
 Observaciones: no se identificó la especie.



Nemertea  
 Material estudiado: 5 individuos.  
 Ocurrencia: la especie se registra durante otoño y primavera en la zona intermareal de Monte Hermoso y Pehuen-Có.  
 Descripción y distribución geográfica:  
 Margulis, L.; Schwartz, K.V. 1982. Five Kingdoms: an illustrated guide to the phyla of life on earth. Second edition. Freeman.  
 Observaciones: no se identificó la especie.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Sandra, por su constante apoyo durante el desarrollo de esta tesis y por ir siempre para adelante esperando lo máximo de mí, esto no hubiese sido posible sin tu empuje! Gracias a Claudia, por estar siempre al pie del cañón, a pesar de la distancia. Gracias a Eder y a Javier por llevar a cabo las cansadoras campañas que significaron más de 400 pozos (!) en la arena... Gracias nuevamente a Eder, por brindar su ayuda y conocimiento en todo momento y a todos los integrantes (temporales y no tanto) del Laboratorio de Bentos, con los cuales aprendí mucho. Agradezco a todos los que hicieron posible que consiguiera artículos imposibles, que hoy atesoro para los que vendrán... Gracias a todos los integrantes del *ciber*, a los que se fueron yendo y a los que siguen viniendo, por tantas horas compartidas, haciendo del trabajo diario un gran disfrute y alegría. Gracias a los que no pude conformar, nada ayuda más que las críticas al crecimiento personal. Infinitas gracias a los jurados: Juan José, Adriana y Rodolfo por mejorar sustancialmente la versión original de esta tesis. Gracias a mis amigas de siempre por el aguante; gracias a mi hermana por los lindos momentos compartidos de charlas, mates y cosas ricas, ojala puedan repetirse más seguido... Manu, gracias por estar y bancar, me encanta compartir mi vida con vos. Le quiero dedicar esta tesis a mis *viejos* queridos, infinitas gracias por todo, todo..!

