

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *PSEUDECHINUS MAGELLANICUS* (PHILIPPI 1857) (ECHINOIDEA: TEMNOPLEURIDAE) EN GRAMPONES DE LA MACROALGA SUBLITORAL *MACROCYSTIS PYRIFERA* (L.) C. AGARDH EN EL ESTRECHO DE MAGALLANES, CHILE.

POPULATION STRUCTURE OF *PSEUDECHINUS MAGELLANICUS* (Philippi 1857) (ECHINOIDEA: TEMNOPLEURIDAE) ON THE HOLDFAST OF THE SUBLITORAL KELP *MACROCYSTIS PYRIFERA* (L.) C. AGARDH IN THE STRAITS OF MAGELLAN, CHILE.

Carlos Ríos^{1,2}, Erika Mutschke² & Yanko Cariceo²

RESUMEN

Se presentan datos sobre la densidad numérica y en biomasa junto con las variaciones temporales y espaciales en la estructura de tamaños para poblaciones del erizo *Pseudechinus magellanicus* presentes en grampones de la macroalga *Macrocystis pyrifera* colectados en bahía Laredo y Fuerte Bulnes, estrecho de Magallanes. El erizo es una de las especies dominante dentro del ensamble de invertebrados que ocupa el disco de fijación de *M. pyrifera* en el extremo sur de América del Sur. En bahía Laredo, las densidades medias presentaron una notoria disminución desde el inicio de las observaciones (septiembre de 1998) hacia el muestreo más reciente realizado (octubre de 2001), sin que se observe una variación claramente asociable a estaciones específicas del año. Entre septiembre de 1998 y julio de 1999 se presentaron las mayores densidades, con valores alrededor de los 10 ejemplares por grampón. Las diferencias del número medio de individuos por grampón observadas entre períodos de muestreo resultaron ser estadísticamente significativas. En Fuerte Bulnes, la densidad de *P. magellanicus* sigue un patrón diferente, con una tendencia más definida a una fluctuación estacional del número de ejemplares por grampón durante el período de estudio. La densidad numérica permaneció baja, con diferencias significativas entre los períodos de muestreo. Los valores promedios máximos en relación con el número de erizos por grampón se obtuvieron durante los meses de junio (invierno austral) y septiembre (inicio de la primavera austral), variando alrededor de una media de 3 ejemplares/grampón. Las frecuencias de tamaños de *P. magellanicus* presentaron diferencias significativas en las dos localidades estudiadas, lo cual sugiere la existencia de un fenómeno temporal tanto de crecimiento de los ejemplares como de un posible ingreso hacia –y eventualmente salida desde– el microhábitat ofrecido por los grampones de la macroalga.

Palabras clave: Bentos, erizos subantárticos, grampones, reclutamiento, estrecho de Magallanes, Subantártica

1 Dirección de Programas Antárticos, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile. carlos.ríos@umag.cl

2 Laboratorio de Hidrobiología, G: E. A., Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile. erika.mutschke@umag.cl; yanko.cariceo@umag.cl

ABSTRACT

Density, biomass, and the temporal and spatial variations on the size structure of the sea urchin (*Pseudechinus magellanicus*) inhabiting the holdfasts of *Macrocystis pyrifera* from Laredo Bay and Fort Bulnes, in the Straits of Magellan, were studied to determine the relationship between the sea-urchin and the macroalgae. The *P. magellanicus* is one of the dominant invertebrate species occupying the *M. pyrifera* holdfast in the southern tip of South America. At Laredo Bay, mean densities decreased throughout the study period, from Sep 1998 to Oct 2001. Observed variations were not associated with specific seasonal periods. The highest densities, about 10 urchins/holdfast, were observed in Sep 1998 and Jul 1999. Mean densities of urchins/holdfast between sampling periods were different. At Fort Bulnes, density of sea urchin showed a different pattern, with seasonal differences in mean density throughout the study period. The highest density values were obtained from samples collected in Jun (Austral winter) and Sep (early Austral spring) reaching nearly three urchins/holdfast. Differences in the size distribution of *P. magellanicus* were statistically different between sites; this may suggest a temporal phenomenon related to individual growth, recruitment, and migration from the microhabitat offered by the *M. pyrifera* holdfast.

Keywords: Benthos, Sub-Antarctic sea urchins, holdfast, recruitment, Straits of Magellan, Sub-Antarctic

INTRODUCCIÓN

Los erizos de mar son organismos claves para la determinación y regulación de la distribución y abundancia de macroalgas y, como efecto de cascada, de vertebrados e invertebrados bentónicos asociados a ellas, especialmente en hábitats marinos de zonas templadas y frías (Vásquez *et al.* 1984, Castilla 1985, Pearse & Hines, 1987, Tegner *et al.* 1995, Steneck *et al.* 2002). Por su parte, la regulación poblacional de los erizos en estos ambientes ha sido relacionada con factores tales como enfermedades, depredación y pesquerías, aún cuando el reclutamiento también aparece como una variable de interés pero mucho menos estudiada (Pearse & Hines 1987).

En estudios sobre la dinámica de la macroalga *Macrocystis pyrifera*, efectuados en áreas de la zona austral de Sudamérica, el erizo no comestible *Pseudechinus magellanicus* (Philippi 1857) apareció como una de las especies dominantes en las asociaciones de organismos presentes específicamente en los grampones del alga (Ojeda & Santelices 1984). La misma especie tam-

bién figura como una de las más representativas, tanto en número como en biomasa, en grampones de *M. pyrifera* colectados en otros sectores de la zona austral, tales como el Canal Beagle (sector Tierra del Fuego) y el Estrecho de Magallanes (Adami & Gordillo 1999 Mutschke *et al.* 2001¹, Cariceo *et al.* 2002²).

Ojeda & Santelices (1984) no encontraron evidencias para explicar en función del reclutamiento de juveniles o el crecimiento individual, los cambios temporales en la estructura poblacional (frecuencias de tamaños, talla y peso promedios) de *P. magellanicus* presente en los discos de fijación de poblaciones de *M. pyrifera* de puerto Toro, canal Beagle. Estos autores sugirieron que las variaciones temporales observadas podrían estar determinadas primariamente por una conducta migratoria de la especie. Sin embargo, es probable que eventos alternativos como el reclutamiento pueden estar involucrados en los procesos que determinan patrones característicos de distribución y abundancia para especies idénticas o muy relacionadas en otros sectores geográficos (Pearse & Hines 1987). Al respecto,

1 Mustchke, E., C. Ríos, J. Cañete & A. Mansilla. 2001. Ensamble macrofaunístico asociados a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh. XX Congreso de Ciencias del Mar, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar-Universidad de Antofagasta, Antofagasta.

2 Cariceo-Yutronic, Y., C. Ríos & E. Mutschke. 2002. Comparación temporal y a microescala de la fauna asociada a grampones de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh en la cuenca central del Estrecho de Magallanes. XXII Congreso de Ciencias del Mar, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar-Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Tegner & Dayton (1981) observaron reclutamientos anuales y sustanciales de dos especies de erizos en bosques de *Macrocystis pyrifera* localizados en San Diego, California. Por otro lado, Ebert (1983) propuso que algunas especies de erizos que habitan en la costa oeste de Norteamérica exhiben un clino latitudinal en la predicción del reclutamiento, con éxitos infrecuentes del reclutamiento en las zonas del norte y un reclutamiento más regular y frecuente en el sur. Incluso, existen evidencias de considerables variaciones geográficas en el éxito del reclutamiento aún dentro de los extremos del hipotético clino. Esto es particularmente interesante para las poblaciones de erizos que viven asociadas a *M. pyrifera*, elemento característico de la región de Magallanes tanto en su parte Pacífica como Atlántica (Kühnemann 1970).

El objetivo general del presente estudio es determinar la relación entre *P. magellanicus* y *M. pyrifera* desde la perspectiva del reclutamiento, definido *sensu* Rodríguez *et al.* (1993). Este aspecto se analizó a partir del seguimiento temporal de las estructuras de tamaños de las poblaciones de *P. magellanicus* presentes en los discos de fijación de dos poblaciones locales de *M. pyrifera*, ubicadas en el estrecho de Magallanes. Como hipótesis se plantea que no existe un patrón definido, en el tiempo y espacio, en relación con la incorporación de nuevos ejemplares (juveniles o en algún estado similar) a la población adulta de *Pseudechinus magellanicus* (*i.e.* reclutamiento) y que se encuentra constituyendo parte dominante de la fauna asociada a los grampones de la macroalga. Como consecuencia, se espera que los tamaños predominantes de *P. magellanicus* en las estructuras de fijación algal correspondan consistentemente en el tiempo con ejemplares más bien adultos, reflejando un efecto predominante de procesos migratorios por sobre los de reclutamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de grampones de *Macrocystis pyrifera* provienen de poblaciones sublitorales presentes en bahía Laredo (coordenadas UTM 0374088E/4111625N; DATUM Sudamericano 69) y Fuerte Bulnes (coordenadas UTM 0373418E/4056039N; DATUM Sudamericana-

no 69), ambas ubicadas en el estrecho de Magallanes (Fig. 1). En total, en bahía Laredo se realizaron 12 muestreos entre septiembre de 1998 y octubre de 2001 mientras que en Fuerte Bulnes se completaron 8 entre abril de 1999 y octubre de 2001.

De acuerdo con Antezana *et al.* (1992), los sectores de muestreo están incluidos en la sub-cuenca denominada "Paso Ancho" dentro del estrecho de Magallanes. Esta se extiende desde cabo San Isidro hasta punta Pelicano y constituye una zona oceanográfica particular en donde confluyen los efectos abióticos y bióticos de los océanos Atlántico y Pacífico.

En bahía Laredo, el sustrato de fondo que favorece la presencia de ejemplares de *M. pyrifera* está conformado por materiales de la típica terraza de bloques y cantos originada por el arrastre glaciar de sedimentos, con amplias intercalaciones de gravas, gravas arenosas y puntualmente arenas, formando parches (Mutschke *et al.* 1998). Esta característica física del biotopo sería indicativa de ambientes inestables o en transición, con condiciones de energía alta a moderada (Prieto 1992). La profundidad máxima del área no excede los 8m, con rangos de temperatura del agua de mar superficial entre 1,5°C (junio) y 14°C (enero). Las salinidades fluctuaron entre 30-33ppm. En Fuerte Bulnes, el sustrato de fondo del área de muestreo estuvo compuesto principalmente por cantos rodados y lajas provenientes de los bordes rocosos del sector. Este se encuentra en un área expuesta a las corrientes del Pacífico, con una profundidad media que varió entre 3-8m. La temperatura superficial del agua de mar varió entre 1,0°C (junio) y 12,0°C (enero), con salinidades que fluctuaron entre 32-34 ppm.

En cada muestreo se colectaron, mediante buceo semi-autónomo (sistema "hooka"), entre 10-12 grampones de *M. pyrifera*, cubriendo el máximo rango de tamaño posible del alga. Previo a soltar mecánicamente cada uno de los grampones desde su sustrato, se cortaron todos los estipes de cada ejemplar algal con el objeto de facilitar el trabajo de colecta del material. Después de soltar los grampones, éstos fueron puestos inmediatamente y bajo el agua, en bolsas plásticas a fin de evitar la pérdida de ejemplares. Los discos fueron analizados horas después de la colecta, de tal manera que no se requirió procedi-

mientos de fijación del material. Cada grampón recolectado fue pesado en laboratorio como peso húmedo escurrido, con una precisión de 0,1g. El volumen desplazado por el grampón se determinó por simple diferencia entre un volumen conocido de agua dentro de un balde graduado en cm^3 y la cantidad registrada posterior a la puesta de cada disco de fijación.

Los ejemplares de *Pseudechinus magellanicus* fueron separados de cada grampón y de los sedimentos contenidos en ellos, bajo una lupa de disección (10x). Previamente, cada grampón se fragmentó con un bisturí de disección con el objeto de una mejor identificación y separación de los especímenes de interés, especialmente de los más pequeños observables con el criterio empleado.

La relación entre número de ejemplares de *P. magellanicus* y dimensión (peso y volumen) de cada grampón fue analizada con los modelos de regresión lineal y potencial, ambos con el método de los mínimos cuadrados (Sokal & Rohlf 2003). La significancia de la correlación entre ambas variables fue determinada mediante una prueba de t para la significancia de r, según el criterio de Sokal & Rohlf (2003).

La densidad numérica y en biomasa promedio de erizos se determinó en función de una unidad arbitraria de hábitat, en este caso, el grampón. La comparación global de las abundancias obtenidas se realizó mediante el análisis no paramétrico de la varianza por rangos de Kruskal-Wallis (Zar 1974).

Adicionalmente, en ambas localidades se realizaron muestreos dentro de cuadrantes de $0,25\text{m}^2$ dispuestos aleatoriamente entre los especímenes sublitorales de *M. pyrifera*. Por cada localidad y en cada período de muestreo se consideraron 10 cuadrantes. El sedimento dentro de cada cuadrante fue colectado y trasvasiado a bolsas plásticas inmediatamente bajo el mar, utilizando una pala semi-cilíndrica ("poruña") la cual se introdujo en el sedimento hasta una profundidad de 10 cm. En laboratorio, el sedimento colectado fue analizado en su totalidad, observándolo bajo una lupa de disección (10x). El propósito fue analizar la distribución, abundancia y estructura poblacional de *P. magellanicus* presente fuera de los grampones de la macroalga, para efectuar comparaciones con los datos tomados para los erizos

colectados desde dentro de los grampones.

El análisis del reclutamiento se hizo sobre la base de las estructuras de tallas que se establecieron para cada período de muestreo, a partir de clases definidas arbitrariamente en rangos de 1mm de diámetro de la testa. Esta dimensión fue tomada como referente del tamaño de *P. magellanicus*, midiéndose cada ejemplar con un vernier electrónico de 0,1mm de precisión. La biomasa de cada espécimen fue determinada como peso seco libre de cenizas (mg). Los datos de frecuencia de tamaños fueron analizados sobre la base de todos los animales presentes en los grampones colectados en cada período.

RESULTADOS

El volumen desplazado de los grampones de *Macrocystis pyrifera* no presentó un patrón consistente de correlación con el número de individuos de *Pseudechinus magellanicus* presentes en cada uno de ellos (Tabla 1). Para bahía Laredo, sólo los valores encontrados durante el muestreo de julio de 1999 resultaron ser significativos ($0,01 < P < 0,05$). Para el resto de los períodos de muestreo no hubo evidencias para señalar que el número de ejemplares sigue alguna función respecto del volumen del grampón. En Fuerte Bulnes, el número de individuos y el volumen de cada grampón presentaron correlaciones significativas en los muestreos de abril de 1999 y diciembre de 2000 (Tabla 1). Al considerar la información tomando en conjunto todos los datos obtenidos en cada muestreo se observa que los valores de los coeficientes de determinación obtenidos con el mejor de los ajustes posibles, resultaron no ser significativos tanto en bahía Laredo como en Fuerte Bulnes (Fig. 2). En consecuencia, un incremento/disminución del volumen del grampón de *M. pyrifera* no implica un incremento o disminución del número de ejemplares o de la biomasa de *P. magellanicus* dentro de cada uno de ellos.

Las mayores abundancias de *Pseudechinus magellanicus* (número de ejemplares y biomasa por grampón) se obtuvieron en prácticamente todos los muestreos realizados en bahía Laredo en comparación con los datos obtenidos para Fuerte Bulnes (Fig. 3).

En bahía Laredo, las densidades me-

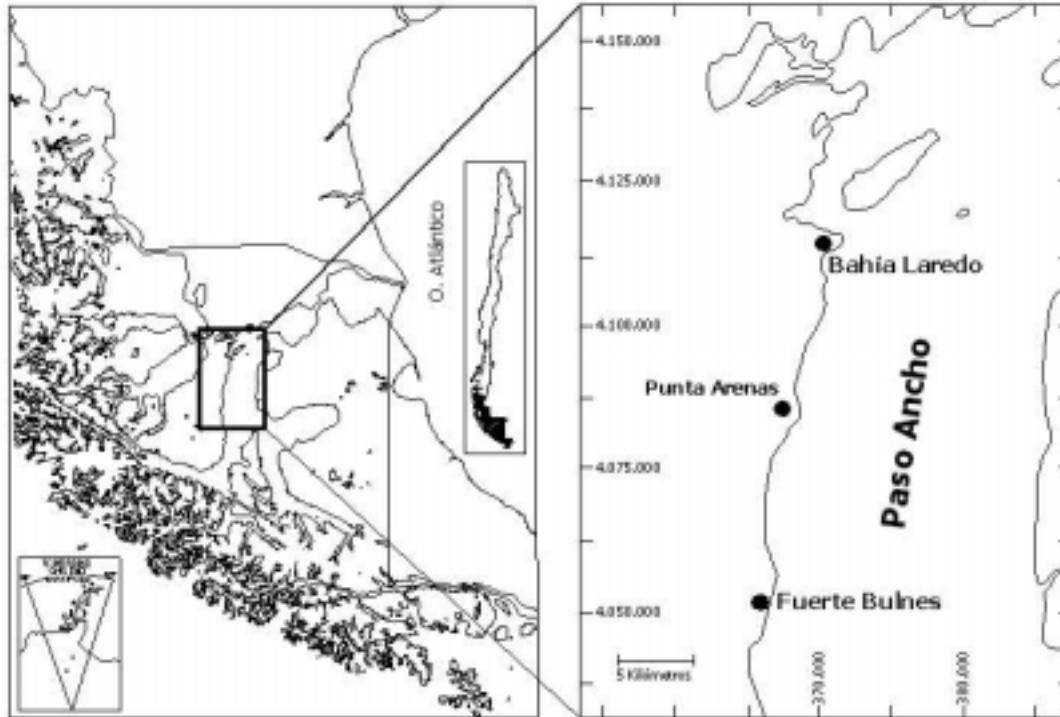


Fig. 1 Posición de los dos sectores de muestreo de grampones de *Macrocyctis pyrifera* en la subcuenca Paso Ancho del Estrecho de Magallanes, Chile.

días presentaron una notoria disminución desde el inicio de las observaciones (septiembre de 1998) hacia el muestreo más reciente realizado (octubre de 2001), sin que se observe una variación claramente asociable a estaciones específicas del año (Fig. 3). Las diferencias del número medio de individuos por grampón observadas entre períodos de muestreo resultaron ser estadísticamente significativas ($H_{BLaredo}=24,168$; $p=0,041$). La biomasa durante este período fue baja y varió entre 0,05 y 0,1 g de peso seco libre de cenizas, con diferencias significativas entre los períodos de muestreo ($H_{BLaredo}=36,239$ $p=0,0000$). A partir de septiembre de 1999, se apreció una disminución en el número de ejemplares por grampón para el área de estudio, pero un aumento en los valores promedio de la biomasa, producto de un incremento en el tamaño de la cohorte de erizos especialmente en el muestreo de junio de 2000 (Fig. 4).

En Fuerte Bulnes, la densidad de *P. magellanicus* siguió un patrón diferente al descrito previamente, con una tendencia más definida a la fluctuación estacional en el número de ejemplares por grampón durante el período de

estudio (Fig. 3). La densidad numérica permaneció relativamente baja, con diferencias significativas entre los períodos de muestreo ($H_{FBulnes}=29,933$ $p=0,0005$). Los valores promedio máximos del número de erizos por grampón se obtuvieron durante los meses de junio (invierno austral) y septiembre (inicio de la primavera austral), variando alrededor de una media de 3 ejemplares/grampón. La biomasa obtenida para estos meses fue la mayor del período de estudio, con diferencias significativas entre muestreos ($H_{FBulnes}=29,025$ $p=0,0006$). La densidad disminuyó consistentemente en los muestreos realizados en los meses del verano (diciembre y enero) y otoño (abril) austral, con promedios que variaron entre 0,5-0,8 individuos/grampón.

Las distribuciones de frecuencias de tamaños de *P. magellanicus* presentaron importantes diferencias en las dos localidades estudiadas (Fig. 4). La estructura poblacional también varió durante todo el período de estudio, presentándose en la mayoría de los meses una clara predominancia de más de una clase de tamaños siendo este hecho más evidente para el caso de la

TABLA 1. Significancia de la correlación entre el volumen de los grampones de *Macrocystis pyrifera* y el número de ejemplares de *Pseudechinus magellanicus* presentes en cada uno de ellos. $H_0:r=0$. r = coeficiente de correlación; Gram= número de grampones analizados; Ind= número de ejemplares de *P. magellanicus*. Valores críticos tomados de Rohlf & Sokal (1969).

Fecha	r	Gram	Ind.	Valores críticos	
				5%	1%
ABR 1999	0,289	10	101	0,632	0,765
JUL 1999	0,601	12	97	0,576	0,708
SEP 1999	0,439	12	34	0,576	0,708
ENE 2000	0,289	12	32	0,576	0,708
JUN 2000	0,413	10	52	0,632	0,765
SEP 2000	0,463	10	47	0,632	0,765
ENE 2001	0,427	10	14	0,632	0,765
MAY 2001	0,063	10	9	0,632	0,765
OCT 2001	0,622	10	7	0,632	0,765

Fecha	r	Gram	Ind.	Valores críticos	
				5%	1%
ABR 1999	0,8553	10	6	0,632	0,765
JUN 1999	0,1646	10	25	0,632	0,765
SEP 1999	0,2115	10	28	0,632	0,765
ENE 2000	—	10	1	—	—
JUN 2000	0,3312	10	21	0,632	0,765
OCT 2000	0,3953	10	10	0,632	0,765
DIC 2000	0,8821	10	5	0,632	0,765
ABR 2001	0,5778	10	19	0,632	0,765
SEP 2001	0,4600	10	41	0,632	0,765
OCT 2001	0,3279	10	10	0,632	0,765

población estudiada en Bahía Laredo. na comparación global de los diámetros promedio de testa indicó que, para ambas localidades, las diferencias temporales resultaron ser significativas ($H_{BLaredo}=110,88$; $n=778$; $p=0,0000$; $H_{FBulnes}=32,101$; $n=162$; $p=0,0000$). Estos resultados sugieren la existencia de un fenómeno temporal tanto de crecimiento de los ejemplares como de un posible ingreso hacia —y eventualmente salida desde— el microhábitat ofrecido por los grampones de *M. pyrifera*.

En bahía Laredo, se apreció un incremento consistente en la talla promedio desde el muestreo de septiembre de 1998 hasta el realizado en julio de 1999 (Fig. 4). En octubre de 1998

hubo un aumento en la abundancia de las clases de tallas mayores de los erizos (*e.g.* $>12,5$ mm de diámetro de testa), con una notoria reducción de éstos en el muestreo de enero de 1999. Se observó un bajo nivel de reclutamiento de erizos en el muestreo de abril de 1999 (otoño austral), con la incorporación de ejemplares de tallas menores (*e.g.* <3 mm) constituyendo en conjunto alrededor del 5% de la población. Al mismo tiempo, hubo una incorporación de pocos individuos de tamaños mayores (*e.g.* >25 mm de diámetro de testa). Esto se refleja en una disminución del promedio global de tamaños determinado para septiembre (8,8 mm; *d.e.* $=3,83$; $n=33$). Un nuevo aumento en la frecuencia relativa de ejemplares de mayor talla se obser-

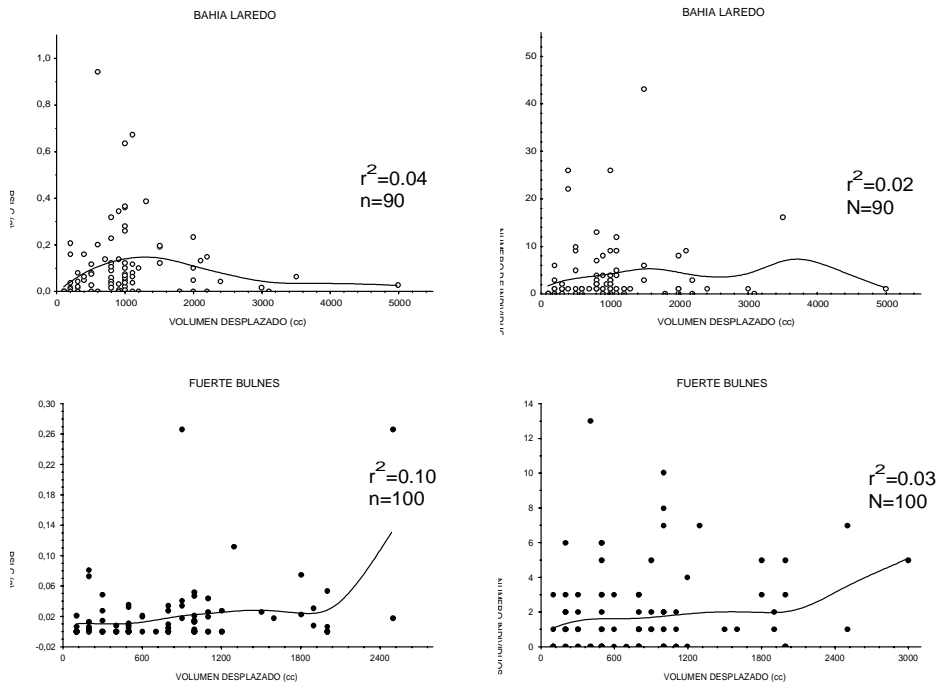


Fig. 2. Relaciones entre el número de individuos y biomasa (g) de *Pseudechinus magellanicus* y el volumen desplazado (cc) de los grampones de *Macrocystis pyrifera*, para las localidades de bahía Laredo (superior) y Fuerte Bulnes (inferior). Los valores del coeficiente de determinación (r^2) corresponden con los mejores ajustes obtenidos entre el volumen desplazado y las dos variables de abundancia.

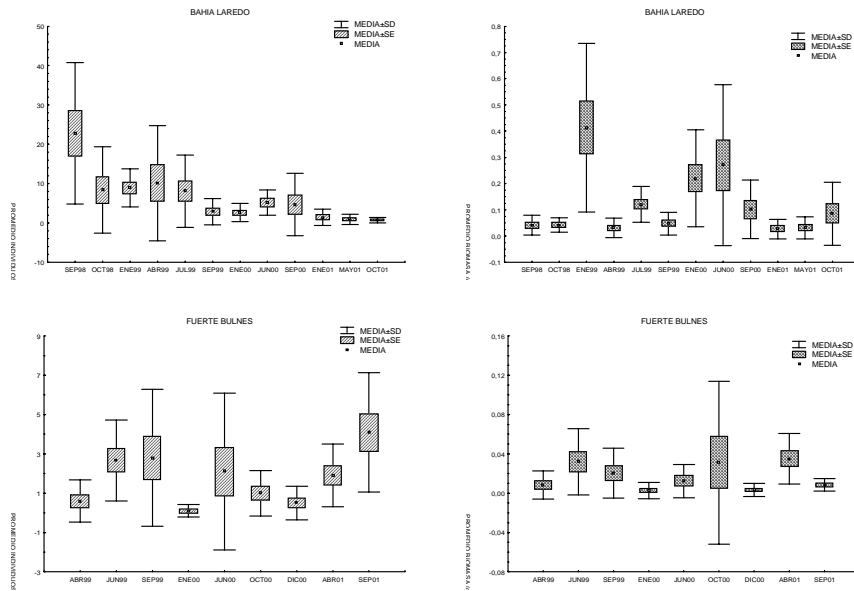


Fig. 3. Valores promedio del número de individuos y de la biomasa (como peso seco libre de cenizas; PSLC) de *Pseudechinus magellanicus* por grampón de *Macrocystis pyrifera* para las localidades de bahía Laredo y Fuerte Bulnes. Para b. Laredo los muestreos de julio y septiembre de 1999 y enero de 2000 tuvieron $n_{(\text{grampones})}=12$ y los restantes $n_{(\text{grampones})}=10$. Para F. Bulnes el muestreo de junio de 1999 tuvo $n_{(\text{grampones})}=12$ y para el resto $n_{(\text{grampones})}=10$.

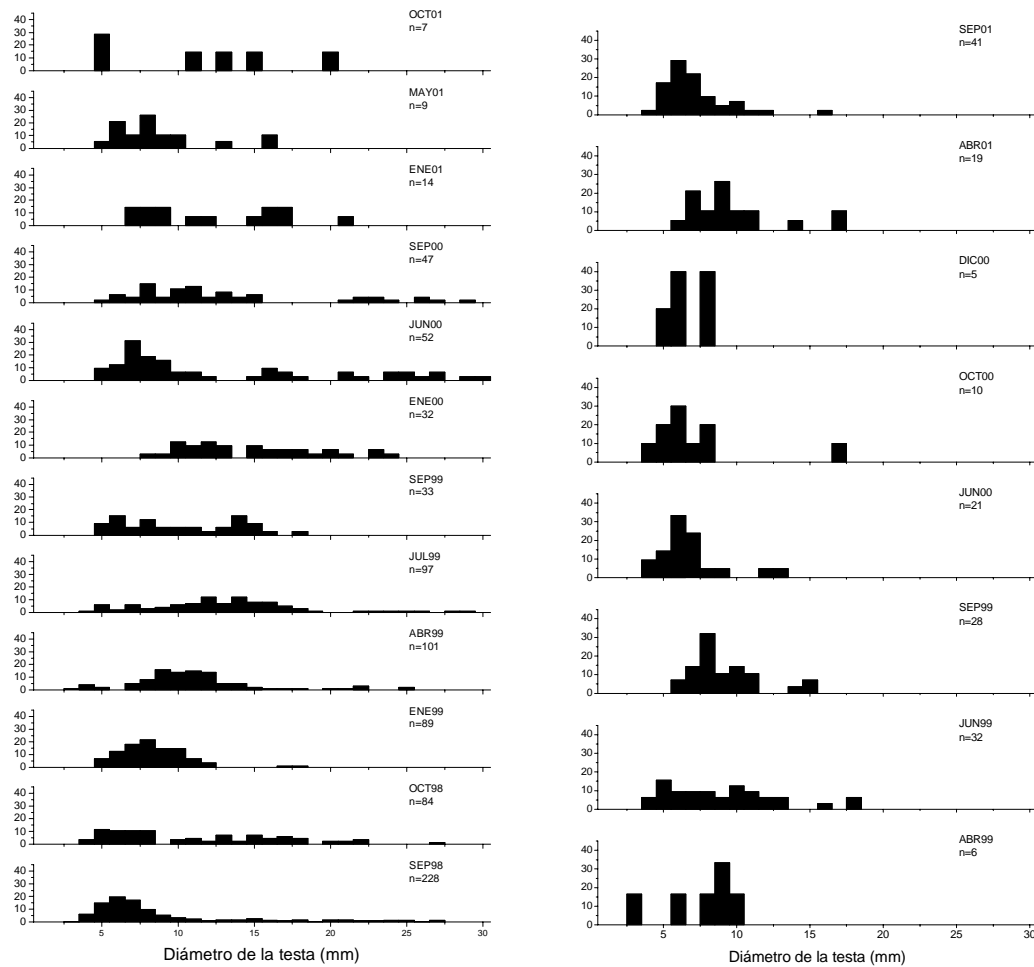


Fig. 4. Distribución de las frecuencias de tamaños del diámetro de la testa (mm) de ejemplares de *Pseudechinus magellanicus* presentes en los discos de fijación de *Macrocytis pyrifera* colectados en el sublitoral de bahía Laredo y Fuerte Bulnes, estrecho de Magallanes.

vó durante el muestreo de enero de 2000, implicando un claro incremento de la talla media (13,3 mm; d.e.=4,57; n=32). Sin embargo, las densidades promedio de los meses de septiembre de 1999 y enero de 2000 no fueron significativamente diferentes. Un nuevo reclutamiento de erizos se observó en el muestreo de junio de 2000, el cual también estuvo acompañado por la incorporación de ejemplares de tallas superiores. La talla promedio para este período fue de 11,4 mm (d.e.=7,66; n= 52). Estas características se mantienen durante el muestreo de septiembre de 2000, a partir del cual hubo una marcada disminución del número de ejemplares dentro de los grampones de *M. pyrifera*.

La tendencia observada para los

muestreos de Fuerte Bulnes sugiere una dinámica temporal diferente en relación con las modificaciones de la estructura poblacional de los erizos (Fig. 4). El tamaño global promedio de los erizos fluctuó entre 5,1 mm en el mes de diciembre de 2000 (d.e.= 1,33; n=5) y 8,3 mm en abril de 2001 (d.e.=3,11; n=19). El evento que implicó una mayor incorporación de ejemplares al microhábitat conformado por los grampones de *M. pyrifera* se observó en el muestreo de junio de 1999 (Fig. 4), con un aumento importante de las clases de tamaños en los rangos 3-7,5 mm y >12,5 mm. Este incremento coincidió también con un incremento en la densidad media (en número y en biomasa) respecto del muestreo previo (Fig. 3).

En relación con los erizos presentes

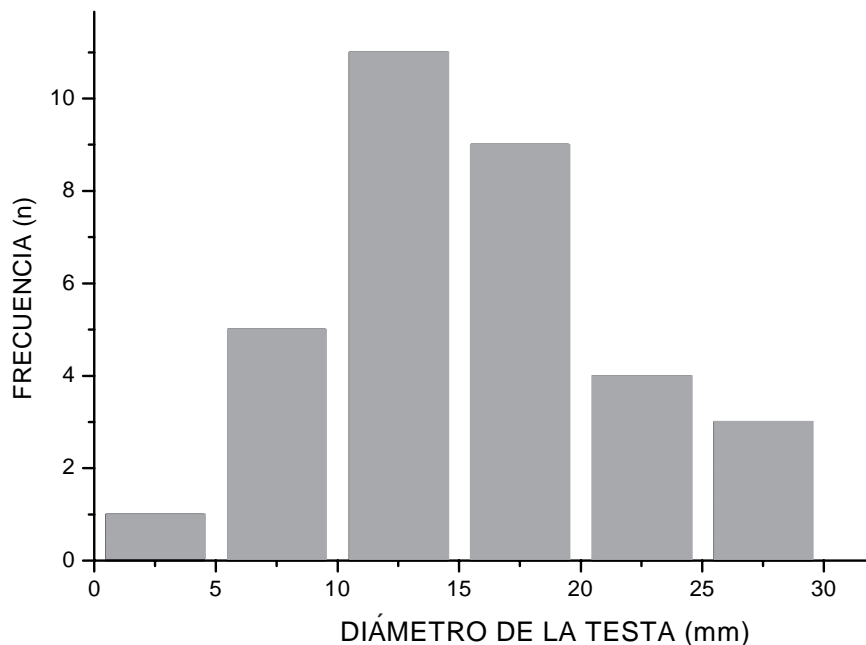


Fig. 5. Distribución de la frecuencia de tamaños del diámetro de la testa (mm) para ejemplares de *Pseudechinus magellanicus* colectados dentro del bosque de *Macrocystis pyrifera* en la localidad de Fuerte Bulnes, estrecho de Magallanes. N=33.

entre los ejemplares de *M. pyrifera*, sólo se colectaron especímenes en el área de Fuerte Bulnes y en cinco de los 9 muestreos efectuados (n total=33 especímenes). En todos los muestreos positivos, el número de *P. magellanicus* fue bajo en comparación con la cantidad de ejemplares recolectados en los grampones de *M. pyrifera*. El bajo número obtenido durante cada muestreo no hizo factible un análisis de la estructura de tamaños para este segmento de la población local de *P. magellanicus*, razón por la cual se estimó un promedio para el conjunto de los datos de diámetro de testa obtenidos (Fig. 5). El tamaño promedio para este conjunto de datos fue de 14,9 mm (d.s.=6,16; n=33), con un predominio de la clase conformada por un rango de tallas entre 10-19 mm.

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos en este trabajo muestran que *Pseudechinus magellanicus* no presenta una relación consistente en el tiempo con el volumen del grampón de *Macrocystis pyrifera*. Sólo en un muestreo en bahía Laredo y en dos en Fuerte Bulnes hubo una correlación

significativa entre ambas variables, de tal manera que, en general, ni el número de individuos ni la biomasa incrementaron con un aumento en el volumen del grampón. Se han encontrado una serie de relaciones significativas entre el número de especies y de individuos de varias especies de invertebrados y los discos de fijación de macroalgas tipo *M. pyrifera* (e.g. Vásquez & Santelices 1984, Ojeda & Santelices 1984, Thiel & Vásquez 2000). A partir de estos antecedentes se ha concluido que el número de especies parece alcanzar un equilibrio en los grampones de mayor tamaño, mientras que el número de individuos continúa incrementando aún en los grampones más grandes. Los presentes resultados sugieren la necesidad de ampliar la cobertura temporal de los estudios para alcanzar conclusiones más representativas ya que, por ejemplo, en la mayoría de los muestreos considerados para *P. magellanicus*, el número de ejemplares no aumentó significativamente con un incremento del hábitat representado por los grampones. Esto es importante también para el conjunto de organismos que ocupa el grampón, considerando que no todas las especies muestran una correlación numérica

con el tamaño de su microhábitat, como ha sido demostrado por Thiel & Vásquez (2000) para crustáceos peracáridos asociados a distintas especies de macroalgas. Para el caso de *P. magellanicus*, los resultados sugieren que la disponibilidad de espacio no es un factor relevante para explicar la variabilidad numérica y de biomasa del erizo en las dos áreas de estudio y que la densidad del erizo y su tamaño relativo determinarían que, a partir de cierto umbral crítico en el tamaño del grampón, la relación entre número de ejemplares y tamaño del microhábitat no sea significativa. Las interacciones entre poblaciones específicas que co-habitan y co-existen dentro de cada grampón, particularmente la depredación sobre erizos recién asentados, puede ser un factor importante que explique las variaciones observadas en el tamaño poblacional. Adami & Gordillo (1999) han señalado que, en los huirales de *Macrocystis pyrifera* del canal Beagle, *P. magellanicus* constituye una presa importante para las especies de asteroideos que ocupan los grampones del alga. Dentro de los grampones estudiados en el estrecho de Magallanes, tres especies de asteroideos fueron frecuentes durante todo el período de muestreo (*Anasterias antarctica*, *Comasterias lurida* y *Patiriella fimbriata*) aunque también algunas especies de peces (*Harpagifer bispinis* y *Austrolycus deppresiseps*) podrían estar ejerciendo una cierta presión sobre las poblaciones locales de erizos.

Durante el período de estudio hubo evidencias de reclutamiento de ejemplares de *Pseudechinus magellanicus* a las poblaciones que ocupan el hábitat ofrecido por los grampones de *Macrocystis pyrifera*. Esta situación fue observada preferentemente en el área de bahía Laredo, siendo prácticamente ausente para la población de Fuerte Bulnes, lo cual permite predecir una variabilidad importante en la biología poblacional del erizo, asociada también a la dinámica que establece *M. pyrifera* para el conjunto de las especies que encuentran en esta macroalga el espacio para desarrollar la totalidad o parte de sus trayectorias vitales. El asentamiento y reclutamiento a microhábitats (*e.g.* grampones) ofrecidos por diferentes especies de macroalgas, ha sido frecuentemente reportado para una variedad de erizos y de otros tipos de invertebrados (*e.g.* Tegner & Dayton 1981, Pearse & Hines 1987, Thiel

& Vásquez 2000). Una característica significativa en estos procesos de incorporación de ejemplares juveniles a la población residente es la idea de un proceso de tipo agregado y que, posiblemente, no ocurra todos los años. Sin embargo, Tegner & Dayton (1981) han encontrado reclutamientos anuales y a tasas substanciales para los erizos *Strongylocentrotus franciscanus* y *S. purpuratus* en bosques de *Macrocystis pyrifera* de San Diego, California, con un efecto significativo de la macroalga al generar severas modificaciones en los patrones de corrientes al interior del bosque. Estos patrones locales de circulación de agua podría influenciar la distribución de los reclutas y, en consecuencia, las tasas de asentamientos observables dentro de los bosques del alga. Por otro lado, Ojeda & Santelices (1984) observaron cambios temporales significativos en la abundancia y riqueza de las especies que habitan los discos de fijación del alga, con máximos valores en el invierno austral y mínimos en el verano. Sin embargo, estos fenómenos de variación temporal no estarían relacionados con reclutamiento de juveniles o crecimiento individual y, en consecuencia, el grampón no jugaría un rol importante como área de crianza, tal como se había sugerido previamente para los grampones de *M. pyrifera* en California Central. Según Ojeda & Santelices (1984) las variaciones temporales se deberían primariamente a conductas migratorias de las especies dominantes.

Para el caso de las dos poblaciones estudiadas en el estrecho de Magallanes, hubo evidencias de variaciones temporales significativas en la estructura poblacional a diferencia de lo reportado por Ojeda & Santelices (1984). Las diferencias temporales se observaron consistentemente a nivel de la abundancia en número y en biomasa, del promedio del diámetro de la testa y de la estructura de tamaños observadas en los diferentes períodos de muestreo. Estos resultados sugieren que, al menos para *Pseudechinus magellanicus*, existe un proceso temporal asociado al reclutamiento de juveniles, de tipo diferencial según sea la localidad en donde esté emplazado *Macrocystis pyrifera*. Para Fuerte Bulnes (localizado en el extremo sur del paso Ancho), esta situación no fue claramente evidente pero, en bahía Laredo, se apreciaron dinámicas que involucran la presencia de ejemplares de tallas

pequeñas en los grampones del alga. Asimismo, la variabilidad y patrones temporales observados no presentan una sincronía que se pueda detectar entre ambas localidades.

La variabilidad de la estructura de tamaños en las dos poblaciones estudiadas indica que pueden existir variaciones geográficas en el éxito del reclutamiento, incluso a escalas espaciales relativamente restringidas como las del presente trabajo. En estudios a largo plazo (10 años) para poblaciones de erizos asociados a *Macrocystis pyrifera* en California, se ha establecido la existencia de eventos raros y consistentemente reducidos de reclutamiento de erizos juveniles a las poblaciones residentes (Pearse & Hines 1987). Además, el único episodio de reclutamiento observado durante los 10 años de estudio implicó un aumento temporal de la densidad poblacional, con la desaparición de la mayoría de los reclutas un año después del asentamiento.

Pseudechinus magellanicus presenta una amplia distribución batimétrica en la región de Magallanes, siendo una de las especies abundantes dentro de los erizos del estrecho de Magallanes (Mutschke *et al.* 2000³). Sin embargo, las densidades durante el período de muestreo, particularmente entre el espacio dejado por los especímenes de *M. pyrifera*, fueron considerablemente bajas en comparación con la registrada en los grampones. Esto fue significativo para el sector de bahía Laredo, en donde no se recolectaron ejemplares pese al intenso esfuerzo de muestreo aplicado en esta localidad. Sin embargo, existen evidencias que el erizo es frecuente en la zona inferior de los campos intermareales de bloques y cantos de este sitio de estudio (Ríos & Gerdes 1997, Mutschke *et al.* 1998). Es factible que la no presencia de erizos esté relacionada con la presencia de depredadores activos como asteroideos y peces. La conducta de protección que desarrolla *P. magellanicus* bajo condiciones de laboratorio y que consiste en el camuflaje de la testa con sedimentos, sugiere que la depredación puede ser un factor importante en la regulación de su tamaño poblacional. Las densidades relativamente bajas encontradas prácticamente en to-

dos los muestreos dificultó un análisis de las distribuciones de tallas.

Considerando la representatividad de *P. magellanicus* dentro del ensamble de organismos asociados a los grampones de *M. pyrifera*, en conjunto con una tasa de incorporación de ejemplares juveniles relativamente baja, incluso diferencial entre localidades del estrecho de Magallanes, es factible la ocurrencia de niveles de mortalidad individual también altamente variables tanto intra como intersectorial a lo largo de la distribución geográfica de la macroalga. Sin embargo, se requieren datos de largo plazo para dar cuenta de la naturaleza en los patrones de reclutamiento y de mortalidad de los organismos asociados a *M. pyrifera*. En función de los presentes resultados, se esperan dinámicas poblacionales del erizo diferentes a lo largo de gradientes ambientales (*e.g.* reclutamiento diferencial y no predecibles según localidad) más que generalidades respecto de fenómenos supuestamente comunes (*e.g.* dinámica de la colonización de especies).

AGRADECIMIENTOS

A nuestros colaboradores Srta. Jacqueline Parada y Sr. Jorge Ramírez, por el esfuerzo de muestreo realizado y que incluyó el buceo y la preparación y separación inicial de las muestras. Al Licenciado BIL López, por su apoyo gráfico el cual contó con el patrocinio de Daniel S-W Antúnez. A nuestro colega Dr. Isaac Morty Ortega (University of Connecticut, EEUU) por la paciencia para poner en inglés una versión preliminar del "abstract". Las advertencias, sugerencias, aclaraciones y consejos que se aceptaron de tres revisores anónimos contribuyeron de manera significativa a una mejor presentación del trabajo. Proyecto parcialmente financiado por el Programa de Investigación PR-F3-01B-98 de la Dirección de Investigación y Asistencia Técnica, Universidad de Magallanes.

3 Mutschke, E., C. Ríos & S. Thatje. 2000. Estudio taxonómico y distribucional de los equinodermos presentes en el Estrecho de Magallanes, Chile. XX Congreso de Ciencias del Mar, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar-Universidad de Antofagasta, Antofagasta.

LITERATURA CITADA

- Adami, M. & S. Gordillo 1999. Structure and dynamics of the biota associated with *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) from the Beagle Channel, Tierra del Fuego. *Scientia Marina*, 63:183-191 (Supl. 1):23-34.
- Antezana, T., L. Guglielmo & E. Ghirardelli 1992. Microbasins within the Strait of Magellan affecting zooplankton distribution. In: Gallardo, V.A., O. Ferretti & H. Moyano (eds.) *Oceanografía in Antartide*. ENEA-PNRA, Rome, pp. 453-458.
- Castilla, J.C. 1985. Food webs and functional aspects of the kelp, *Macrocystis pyrifera*, communities in the Beagle Channel, Chile. In: Siegfried, W.R., P.R. Condy & R.M. Laws (eds.), *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. pp 407-414.
- Ebert, T.A. 1983. Recruitment in echinoderms. In: Jangoux, M. & J.M. Lawrence (eds.) *Echinoderms studies*, Vol. 1. pp. 169-203. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Kühnemann, O. 1970. Algunas consideración sobre los bosques de *Macrocystis pyrifera*, Revista *Physis*, Tomo 29, N° 79:273-296, Buenos Aires, Argentina.
- Mutschke, E., C. Ríos & A. Montiel 1998. Situación actual de la macrofauna presente en el intermareal de bloques y cantos de Bahía Laredo, Estrecho de Magallanes, *Anales Instituto Patagonia*, Serie Cs. Nat. (Chile) 26:5-29.
- Ojeda, F.P. & B. Santelices 1984. Invertebrate communities in holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 16:65-73.
- Pearse, J.S. & A.H. Hines 1987. Long-term populations dynamics of sea urchins in a central California kelp forest: rare recruitment and rapid decline. *Marine Ecology Progress Series*, 39:275-283.
- Prieto, X. 1992. Caracterización de sedimentos costeros en el Estrecho de Magallanes. Informes Técnicos Instituto de la Patagonia, 63: 64-89.
- Ríos, C. & D. Gerdes 1997. Ensamble bentónico epifaunístico de un campo intermareal de bloques y cantos en Bahía Laredo, Estrecho de Magallanes. *Anales Instituto Patagonia*, Serie Cs. Nat. (Chile), 25: 47-55.
- Rodríguez, S.R., F.P. Ojeda & N.C. Inestrosa. 1993. Settlement of benthic marine invertebrate. *Marine Ecology Progress Series*, 97: 193-207.
- Rohlf F.J. & R.R. Sokal. *Statistical tables* W.H. Freeman & Company, San Francisco 253 pp.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf 2003. *Biometry*. Third Edition, Eighth printing. W.H. Freeman and Co., NY. 887 pp.
- Steneck, R.S., M.H. Graham, B.J. Bourque, D. Corbett, J.M. Erlandson, J.A. Estes & M.J. Tegner 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation*, 29: 436-459.
- Tegner, M.J. & P.K. Dayton 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*) in a kelp forest. *Marine Ecology Progress Series*, 5:255-268.
- Tegner, M.J., P.K. Dayton, P.B. Edwards & K.L. Riser 1995. Sea urchin cavitation of giant kelp (*Macrocystis pyrifera* C. Agardh) holdfasts and its effects on kelp mortality across a large California forest. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 191: 83-99.
- Thiel, M. & J.A. Vásquez 2000. Are kelp holdfast islands open the ocean floor?-indication for temporarily closed aggregations of peracarid crustaceans. *Hydrobiologia*, 440: 45-54.
- Vásquez, J.A. & B. Santelices 1984. Comunidades de invertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) en Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 57: 131-154.
- Vásquez, J.A., J.C. Castilla & B. Santelices 1984. Distributional patterns and diet of four species of sea urchin in a giant kelp forest (*Macrocystis pyrifera*) of Puerto Toro, Navarino Island, Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 19:55-63.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical analysis*. 3rd edition. Prentice Hall. 662 pp+appendix.