

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS FLOTANDO  
A LA DERIVA Y SU FAUNA PERACARIDA ASOCIADA  
EN LOS CANALES DE LA XI REGIÓN, CHILE\***

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF FLOATING SEAWEEDS AND  
THEIR ASSOCIATED PERACARID FAUNA IN THE FJORDS AND  
CHANNELS OF THE XI. REGION, CHILE

IVÁN HINOJOSA,  
EXEQUIEL GONZÁLEZ,  
PABLA UGALDE,  
NELSON VALDIVIA,  
ERASMO MACAYA  
MARTÍN THIEL.

Universidad Católica del Norte,  
Facultad de Ciencia del Mar,  
Larrondo # 1281 - Coquimbo, Chile.  
E-mail: thiel@ucn.cl

*Fecha de recepción: octubre de 2006 - Versión corregida aceptada: 8 de mayo de 2007.*

RESUMEN

Durante la segunda etapa del crucero CIMAR 8 Fiordos realizado en noviembre del 2002 en los fiordos y canales de la XI Región, se cuantificó la abundancia de macroalgas flotando a la deriva y la fauna de crustáceos peracáridos asociada a ellas. Las macroalgas *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica* fueron las más abundantes. Asociadas a estas macroalgas se encontró 20 especies de peracáridos. El mayor número de especies se registró en algas del género *Macrocystis* spp. La abundancia de macroalgas y de peracáridos en la zona norte del área de estudio (44° 00' S; 74° 00' W) fueron más altas que en el resto de las zonas monitoreadas. Los resultados muestran que en los canales de XI región existe una cantidad importante de macroalgas a la deriva que albergan una fauna diversa de peracáridos. Esto sugiere una eficiente dispersión de las especies asociadas a estas macroalgas, especialmente en la zona norte del área de estudio (canal Tuamapu).

**Palabras claves:** Algas flotantes, dispersión, *Macrocystis* spp., *Durvillaea antarctica*, peracáridos.

ABSTRACT

During the second part of the cruise CIMAR 8 Fiordos in November 2002 in the fjords and channels of XI the Region, Chile, we quantified the abundance of floating seaweeds and identified

\* Proyecto CONA-C8F 02-21.

the peracarid fauna associated with them. The seaweeds *Macrocystis* spp. and *Durvillaea antarctica* were the most abundant floating items in the study area. Twenty peracarid species were found associated with these seaweeds. The highest species richness of peracarids was found in *Macrocystis* spp. The abundance of seaweeds and the density of peracarid was higher in the northern parts of the study area (44° 00' S; 74° 00' W) than in the southern parts. The results show that in the fjords and channels of the XI Region floating seaweeds occur in large abundance, and they harbor a diverse fauna of peracarids, suggesting an efficient dispersion of the species associated to these seaweeds particularly in the northern parts of the study area (Tuamapu channel).

**Key words:** Floating seaweeds, rafting, *Macrocystis* spp., *Durvillaea antarctica*, peracarids.

## INTRODUCCIÓN

Las macroalgas bentónicas proveen un hábitat para una gran diversidad de invertebrados marinos (Dayton, *et al.*, 1984; Vásquez, 1993; Vásquez & Buschmann, 1997; Goodsell *et al.*, 2004). Algunas de estas algas, debido al desgaste, ramoneo de herbívoros y acción de las corrientes (*e.g.* marejadas), pueden ser desgarradas de su base y permanecer flotando a la deriva por un período de tiempo antes de hundirse o llegar nuevamente a la costa (Hobday, 2000a). Estudios realizados en el hemisferio norte para algas del género *Macrocystis* spp. indican que estas pueden permanecer flotando a la deriva por alrededor de cien días (Vásquez, 1993; Hobday, 2000b).

Se ha reportado que macroalgas que se encuentran flotando a la deriva albergan una gran diversidad de organismos (Fedoryoka, 1989; Kingsford, 1992; Davenport & Rees, 1993; Ingolfsson, 1995, 1998). Además, estas algas cumplen una función importante en la dispersión de organismos con escasa o nula fase planctónica, por ejemplo en especies con desarrollo directo (Johannesson, 1988; Helmuth *et al.*, 1994; Worcester, 1994; O'Foighil *et al.*, 1999).

Los crustáceos peracáridos poseen desarrollo directo y comúnmente su descendencia recluta en las cercanías de sus padres (reclutamiento local, ver Thiel, 1999). A pesar de su reclutamiento local, algunas especies de crustáceos peracáridos presentan amplios rangos

de distribución (Thiel, 2003a; Thiel *et al.*, 2003a). Por lo tanto, deben existir mecanismos alternativos y eficientes por los cuales estos organismos actualmente están siendo dispersados. De este modo, si organismos con desarrollo directo se presentan en macroalgas flotando a la deriva y si el reclutamiento local ocurre, estos organismos serían capaces de formar comunidades sobre estas macroalgas, lo que facilitaría su dispersión.

Comúnmente, las macroalgas del género *Macrocystis* ssp. y *Durvillaea antarctica* que se encuentran flotando a la deriva han sido mencionadas como uno de los sustratos flotantes más importantes para la dispersión de fauna bentónica (Helmuth *et al.*, 1994; Hobday, 2000b, 2000c; Smith, 2002; Thiel & Gutow, 2004). Estas macroalgas poseen estructuras especiales que contienen gases (ver Hoffmann & Santelices, 1997), lo que les otorga una alta resistencia al hundimiento. Además, tienen el potencial de seguir creciendo una vez que se desprenden del fondo (Hobday, 2000c) y pueden proveer de alimento a diversos organismos (*e.g.* Tegner *et al.*, 1995).

En los canales del sur de Chile existen extensas poblaciones de *Macrocystis* spp. y *D. antarctica*, y ambas algas pueden flotar a la deriva en el mar (observación personal; Hoffmann & Santelices, 1997). Sin embargo, no existen registros ni de su abundancia ni de la fauna asociada que poseen en estas condiciones. Debido a la importancia que representan

estas algas para la dispersión de organismos con desarrollo directo y al escaso conocimiento que existe de este proceso en los fiordos y canales del sur de Chile, el presente estudio tiene como objetivo examinar la abundancia y la distribución de macroalgas flotando a la deriva e identificar la fauna de crustáceos peracáridos asociada a estas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la segunda etapa del crucero CI-MAR 8 Fiordos realizado en noviembre del 2002, se cuantificó la abundancia de macroalgas flotando a la deriva en 9 transectos (Tabla I), y se tomaron muestras de estas en 6 estaciones de diferentes canales de la XI región (Canal Tuamapu, Leucayec, King, Darwin, Pulluche y Anna Pink; Tabla II). La navegación se realizó a bordo del buque de la Armada, AGOR "Vidal Gormaz".

Durante la mayor parte del tiempo de navegación diurna, un observador experimentado se situó en el puente de la embarcación. Este observador, con ayuda de un GPS de mano y binoculares, registró, de las algas flotando a la deriva, lo siguiente; a) posición geográfica, b) tamaño, c) distancia a la embarcación (perpendicular al rumbo) y d) especie.

Los tamaños de algas flotando a la deriva se agruparon en seis categorías de tamaños que varían desde trozos pequeños hasta parches densos (trozos, ramas, parches chicos, parches intermedios, parches grandes y parches super-

grandes, > 5 m de diámetro). Para la presentación de los resultados, estas categorías se agruparon en dos clases: fragmentos (que incluyen fragmentos y ramas) y parches (que incluyen parches chicos a parches muy grandes). La distancia de las algas a la embarcación fue estimada a través de una estimación visual utilizando como referencia medidas conocidas (e.g. ancho y alto de la embarcación), cuando las algas se presentaron a una distancia inferior a 30 metros. Para las algas que se observaron flotando a una distancia mayor a 30 metros se utilizó una escala graduada, utilizando como referencia el horizonte, la altura del observador sobre la línea del mar y largo del brazo (para descripción más detallada del método ver Thiel *et al.*, 2003b).

Posteriormente se calculó la abundancia de algas flotando a la deriva mediante el método de transecto (Seber, 1982), el cual se basa en el número de objetos observados, la distancia perpendicular de cada objeto al transecto (rumbo de la embarcación) y el largo del transecto (distancia recorrida). La abundancia de algas flotando a la deriva se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$D = N / ((W / 1000) \times L)$$

donde, N es el número de algas observadas (ocurrencia), W el ancho en metros del transecto y L la longitud en kilómetros recorrida durante la navegación. Se calculó la abundancia para cada una de las categorías de tamaño de alga por separado, debido que se utilizó un ancho diferente de transecto para cada categoría.

Tabla I. Abundancia de fragmentos y parches de *Durvillaea antarctica* y *Macrocystis* spp. flotando a la deriva (Algas km<sup>-2</sup>) en los 9 transectos monitoreados en los canales de la XI región.

Table I. Drifting floating fragments and patch abundance of *Durvillaea antarctica* and *Macrocystis* spp. (Algae km<sup>-2</sup>) in the nine transects monitored in the XI region channels.

Transecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fragmentos de <i>D. antarctica</i>	1,7	17,0	23,2	0	0	2,7	24,8	39,0	8,8
Parches de <i>D. antarctica</i>	0	29,2	9,7	0	0	4,1	2,5	18,2	8,2
Fragmentos <i>Macrocystis</i> spp.	39,0	333,0	75,4	53,2	27,2	54,3	39,8	111,8	49,1
Parches de <i>Macrocystis</i> spp.	23,6	98,7	30,3	9,8	0	5,7	5,8	27,9	7,0

Tabla II. Promedio de individuos por kg de alga húmeda (Promedio, Med y desviación estándar, DS) para cada especie identificada en las seis estaciones muestreadas.

Table II. Average individuals per kg of wet algae (mean, median and standard deviation, DS) for each identified species in the six sampling stations.

Estación	1		2		3		4		5		6	
Canal	Darwin		Anna Pink		Pulluche		King		Leucayec		Tuamapu	
Posición geográfica	45° 26' S		45° 49' S		45° 49' S		44° 35' S		44° 00' S		44° 00' S	
	74° 22' W		74° 28' W		74° 29' W		74° 13' W		73° 47' W		74° 00' W	
N° de muestras	2		5		4		10		3		7	
Sp	Med	DS										
<b>ANFÍPODOS</b>												
<i>Peramphithoe femorata</i>	3,9	2,9	9,7	10,6	0,8	1,6	7,6	11,0	26,2	21,1	59,6	40,3
Ampithoidae sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2
<i>Paramoera</i> spp.* <sup>1</sup>	0,3	0,4	2,5	2,8	7,1	13,1	9,3	11,3	78,6	71,9	110,2	111,3
<i>Gondogeneia</i> spp.* <sup>2</sup>	0	0	1,1	1,5	0,4	0,8	7,0	13,9	63,8	73,1	32,4	42,5
<i>Hyalide</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0,2	0,6
<i>Stenothoe</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	0	0	0	0
<i>Parawaldeckia kidderi</i>	0	0	2,2	4,9	0	0	0	0	1,0	1,7	0,5	0,9
<i>Bircenna fulva</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0	0	0,1	0,2
<i>Ischyrocerus</i> sp.	0	0	2,2	4,9	0	0	0	0	4,7	5,5	1,9	2,0
Coriophioidea sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	1,6	8,4	18,1
Talitridae sp. A	0	0	0	0	0	0	0,5	1,7	0	0	0	0
<i>Deutella vema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3
Caprellidae sp. A	0	0	0	0	0	0		0,0	0	0	0,1	0,2
Anfípodos juveniles	13,5	13,5	5,5	6,6	1,8	1,5	10,2	8,6	68,7	52,5	137,4	89,6
<b>ISÓPODOS</b>												
<i>Limnoria chilensis</i>	2,1	3,0	0,2	0,4	4,0	4,8	44,5	63,8	0,1	0,2	79,7	167,7
<i>Amphoroidea typa</i>	2,0	2,8	5,1	6,7	0,3	0,6	0,3	0,8	1,1	1,9	8,8	7,7
Sphaeromatidae sp. A	0	0	0	0	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0
<i>Ianiropsis</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,9	15,1
<i>Uromunna</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,3
Ianiridae sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,3
<b>TANAIDACEOS</b>												
<i>Tanaidaceae</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,2
<b>TOTAL individuos kg de alga<sup>-1</sup></b>	21,7		28,5		14,9		79,8		245,3		448,4	
<b>TOTAL RIQUEZA (n de especies)</b>	4		7		6		9		9		17	

Se utilizó un ancho diferente para cada categoría de tamaño ya que una observación preliminar de los datos indicó que el número de algas observadas decrecía a mayor distancia, lo que tiene directa relación con el tamaño del alga observada. Algas de mayor tamaño pueden ser observadas a mayor distancia que algas de menor tamaño. En este sentido, se utilizó una medida conservativa para cada uno de las categorías de tamaños, asegurándose de esta manera que las abundancias de algas no resulten subestimadas; para fragmentos y ramas se utilizó un ancho de 5 metros; para parches chicos de 10 metros; para parches intermedios de 20 metros; para parches grandes de 30 metros y para parches muy grandes de 100 metros, respectivamente. La abundancia de algas flotando a la deriva se calculó para cada transecto monitoreado, separando fragmentos (fragmentos y ramas) y parches (de chicos a muy grandes), y se expresa en número de algas por kilómetros cuadrado (algas por km<sup>2</sup>).

La recolección de las muestras se llevó a cabo desde un bote Zodiac y con la ayuda de un capturador especialmente diseñado (Fig. 1). Mientras el buque se aproximaba a

una estación oceanográfica preestablecida dentro del programa del crucero CIMAR 8 Firdos, si se observaban algas flotando a la deriva, inmediatamente se bajaba el bote Zodiac y se procedía a recolectar algas de tamaño inferior a 60 cm de diámetro (ver Tabla 2). Posteriormente, las muestras se depositaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se fijaron en formalina al 5% para su posterior análisis en el laboratorio. Durante todo este proceso se prestó especial cuidado para evitar la pérdida de su fauna asociada.

En el laboratorio se corroboró la especie de alga, se lavó cuidadosamente sobre un tamiz de 0,25 mm, y se registró su peso húmedo. La fauna asociada a las muestras fue separada del material retenido en el tamiz y los crustáceos peracáridos fueron identificados al nivel taxonómico lo más específico posible. Se calculó la abundancia de peracáridos por muestras, dividiendo el número de individuos de cada especie encontrado por el peso húmedo del alga y multiplicado por 1.000 (individuos por kilogramo de alga, ind. kg de alga<sup>-1</sup>). Además, se promedió la abundancia de cada especie encontrada por muestra en cada una de las locali-

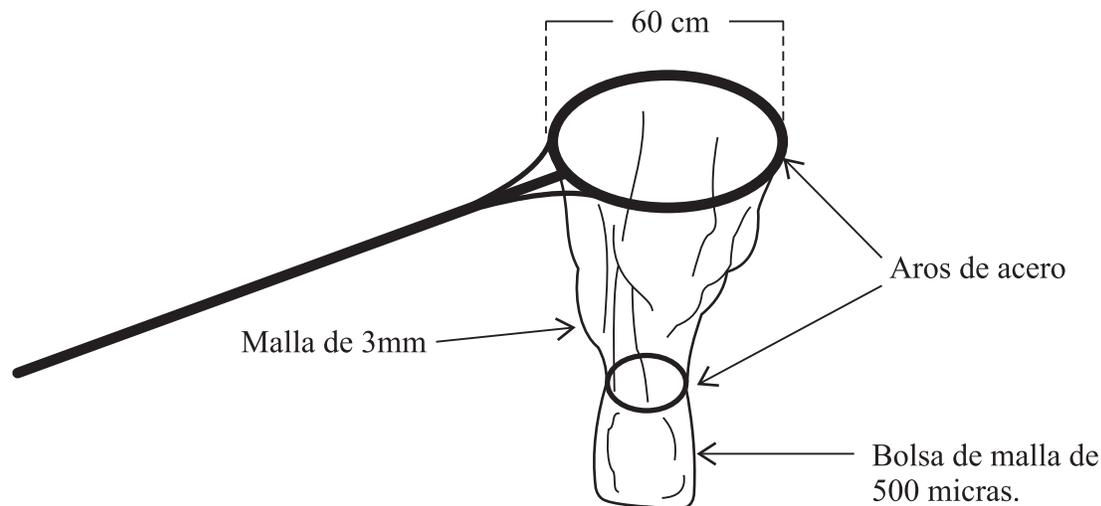


Fig. 1: Esquema de capturador utilizado para realizar la toma de muestras.

Fig. 1: Dipnet used for capturing seaweeds.

dades muestreadas, con el objetivo de obtener un valor de abundancia por localidad.

## RESULTADOS

### *Distribución y abundancia de macroalgas flotando a la deriva*

Se observó macroalgas flotando a la deriva en la mayoría de los transectos monitoreados. Los tamaños de las algas variaron desde pequeños trozos (15 cm de largo) hasta densos parches mayores a 5 m de diámetro. *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica* fueron las especies de macroalgas que se observaron en mayores abundancias. La mayor abundancia que se encontró flotando a la deriva correspondió a fragmentos de *Macrocystis* spp., con una abundancia de 333 algas por km<sup>2</sup>. Por otro lado, frag-

mentos de *D. antarctica*, no superaron las 40 algas por km<sup>2</sup>. La mayor abundancia de parches de *Macrocystis* spp. fue de 98,7 algas por km<sup>2</sup>, mientras que las abundancias mayores de parches de *D. antarctica* fueron inferiores a 30 algas por km<sup>2</sup> (Fig. 2).

Los mayores tamaños de parches y la mayor abundancia de fragmentos y parches de las dos especies de macroalgas que se encontraron flotando a la deriva se presentaron en la zona norte del sistema de canales de la XI región (canales Tuamapu y Leucayec, transecto 2 en Fig. 2), mientras que las menores abundancias de estas se presentaron en los canales interiores (canal Moraleda y fiordo de Aysén, 4 y 5 respectivamente en Fig. 2). De este modo, se encontró una tendencia de menores abundancias de macroalgas en los canales ubicados más hacia el este (Fig. 2).

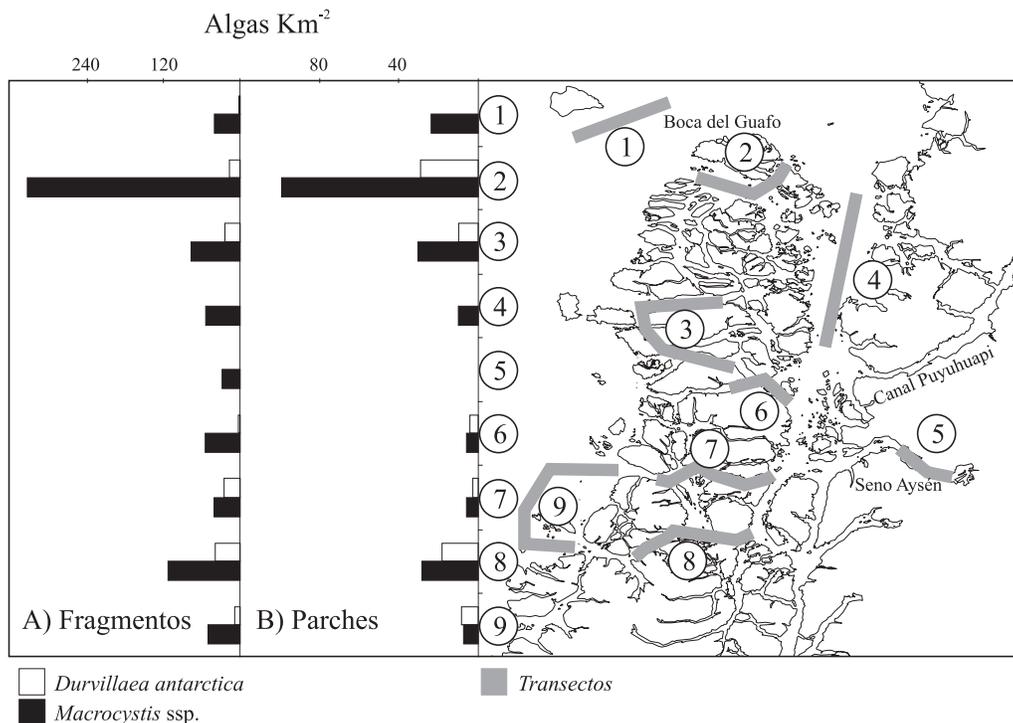


Fig. 2: Abundancia de fragmentos (A) y parches (B) de macroalgas *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica* flotando a la deriva en los canales de la XI Región. En el lado derecho de la figura se representan en líneas grises los transectos monitoreados.

Fig. 2: Abundance of fragments (A) and patches (B) of the *Macrocystis* spp. and *Durvillaea antarctica* floating in the XI region channels. Gray lines in map represent monitoring transects.

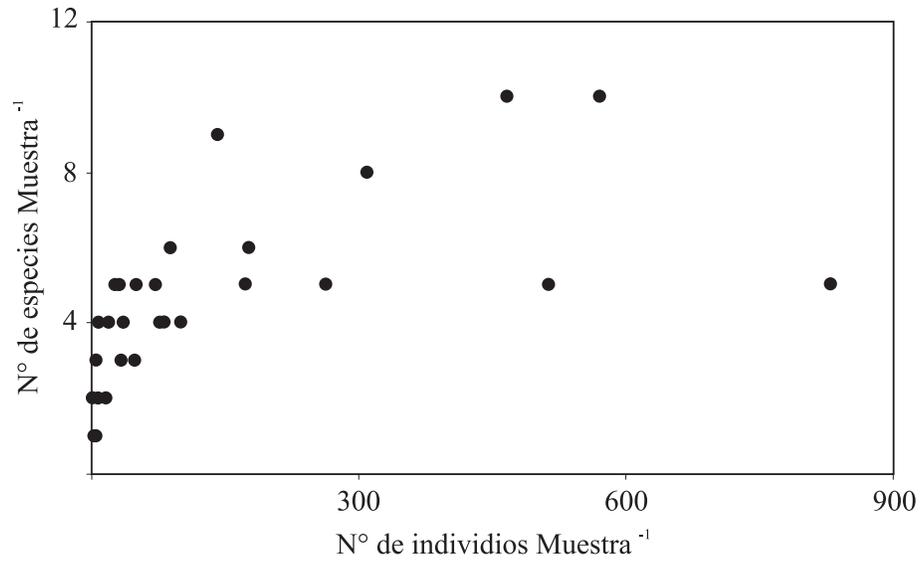
Tabla III. Ocurrencia (número de muestras, n y porcentaje, %) y abundancia (media, Med y desviación estándar, DS) de especies de peracáridos presentes en parches de macroalgas flotando a la deriva, *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica*, en los canales de la XI región. El peso de las algas se refiere al peso húmedo.

Table III. Occurrence (number of samples, n and percentage, %) and abundance (mean  $\pm$  standard deviation, DS) of peracarid species in floating seaweed patches, *Macrocystis* spp. and *Durvillaea antarctica*, in the channel of the XI. region. Algal weight represents wet weight.

Especies	<i>Macrocystis</i> spp.				<i>Durvillaea antarctica</i>			
	Ocurrencia		Abundancias		Ocurrencia		Abundancias	
	n = 25		Ind / Kg alga		n = 6		Ind / Kg alga	
	n	%	Med	DS	n	%	Med	DS
<b>ANFÍPODOS</b>								
<i>Peramphithoe femorata</i>	22	88	24,9	34,4	3	50	1,5	2,7
Ampithoidae sp. A	1	4	0,03	0,1	0	0	0	0
<i>Paramoera</i> spp.*1	21	84	45,4	81,9	2	33	1,3	2,8
<i>Gondogeneia</i> spp. *2	19	76	19,8	40,6	0	0	0	0
<i>Hyalide</i> spp.	2	8	0,1	0,4	0	0	0	0
<i>Stenothoe</i> sp. A	0	0	0	0	1	17	0,2	0,6
<i>Parawaldeckia kidderi</i>	4	16	0,7	0,8	0	0	0	0
<i>Bircenna fulva</i>	2	8	0,1	0,3	2	33	0,2	0,3
<i>Ischyrocerus</i> sp.	9	36	1,5	2,7	0	0	0	0
Corophioidae sp. A	4	16	2,3	11,0	1	17	0,7	1,7
Talitridae sp. A	1	4	0,2	1,2	0	0	0	0
<i>Deutella vema</i>	1	4	0,03	0,2	0	0	0	0
Caprellidae sp. A	1	4	0,02	0,1	0	0	0	0
Anfípodos juveniles	23	92	51,9	80,6	4	67	5,7	5,5
<b>ISÓPODOS</b>								
<i>Limnoria chilensis</i>	14	56	11,7	37,9	5	83	121,8	172,7
<i>Amphoroidea typa</i>	14	56	3,8	6,0	3	50	0,6	1,0
Sphaeromatidae sp A	1	4	0,1	0,4	0	0	0	0
<i>Ianiropsis</i> sp. A	1	4	1,6	8,9	1	17	2,6	6,4
<i>Uromunna</i> sp. A	1	4	0,1	0,8	0	0	0	0
Ianiridae- sp. A	1	4	0,1	0,8	0	0	0	0
<b>TANAIDACEOS</b>								
Tanaidaceae sp. A	1	4	0,01	0,1	1	17	0,1	0,2

\*1 - esta categoría contiene dos especies de *Paramoera* las cuales en este momento están en proceso de revisión.

\*2 - esta categoría contiene tres especies de *Gondogeneia* las cuales son difíciles de distinguir en individuos preservados en formalina.



*Diversidad y abundancia de fauna peracárida asociada a macroalgas flotando a la deriva*

La mayoría de los crustáceos peracáridos encontrados en este estudio pertenecen a los grupos de anfípodos e isópodos. Se identificó 20 especies de peracáridos asociados a 31 muestras de macroalgas flotando a la deriva (Tabla III). El número de especies de peracáridos que se encontró por muestra varía desde 1 a 10 especies. El número de especies de peracáridos aumenta en la medida que, también aumenta el número de individuos encontrados por muestra (Fig. 3).

Existe una clara diferencia en la fauna de crustáceos peracáridos asociados a las dos especies de macroalgas. Las algas del género *Macrocystis* spp. albergan al 95% del total de especies de peracáridos encontrados en este estudio, mientras que *Durvillaea antarctica* alberga sólo al 45% del total de fauna peracárida (Tabla III).

Las especies más abundantes de crustáceos peracáridos que se encontraron asociadas a la macroalga del género *Macrocystis* spp. fueron *Peramphithoe femorata* ( $24,9 \pm 34,4$  ind. kg de alga<sup>-1</sup>, media  $\pm$  desviación estándar), *Paramoera* spp. y *Gondogeneia* spp. ( $45,4 \pm 81,9$  y  $19,8 \pm 40,6$  ind. kg<sup>-1</sup> respectivamente, Tabla III). Por otro lado, las especies de

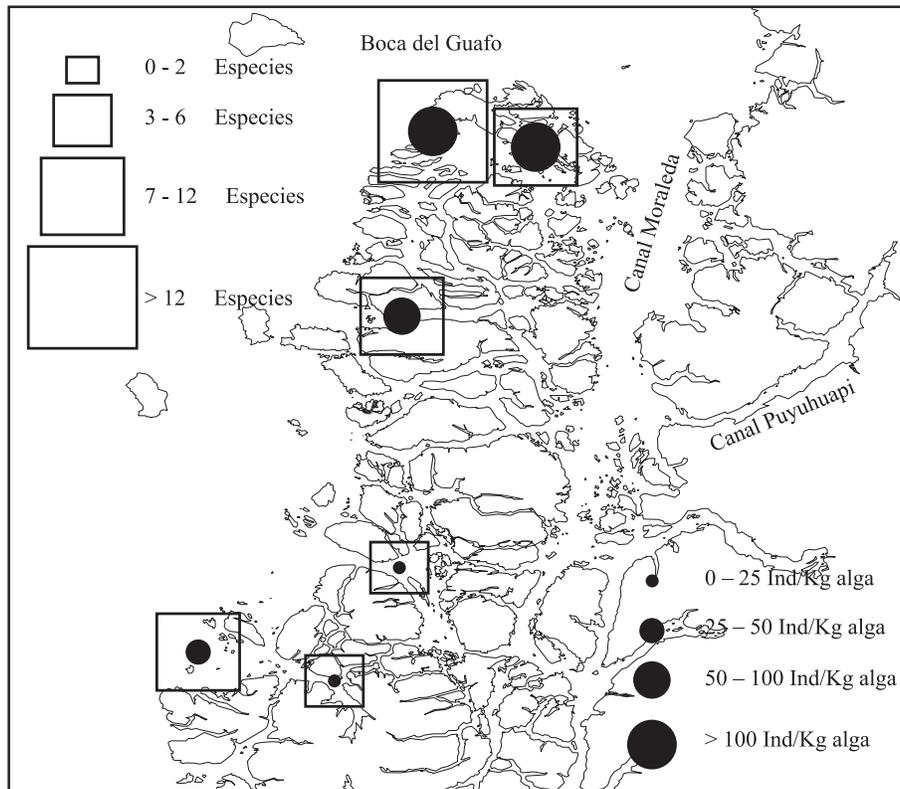


Fig. 5: Riqueza de especies (cuadrados abiertos, N° de especies) y abundancia (círculos negros, N° de individuos por Kg. de alga húmeda) de especies de peracáridos asociados a macroalgas flotando a la deriva en los canales de la XI región.

Fig. 5: Species richness (open squares, No. of species) and abundance (black circles, No. of individuals per Kg. wet weight of seaweed) of peracarid species associated with floating seaweed patches in the channels of the XI Region.

peracáridos más abundantes asociadas a la macroalga de la especie *Durvillaea antarctica* fueron principalmente dos especies de isópodos, *Limnoria chilensis* y *Ianiropsis* sp. A ( $121,8 \pm 172,7$  y  $2,6 \pm 6,4$  ind.  $\text{kg}^{-1}$  respectivamente, Tabla III). Los isópodos *Limnoria chilensis* se encuentran principalmente asociado a los discos adhesivos de estas dos especies de macroalgas y habitan en galerías construidas por ellos (Thiel, 2003b, Fig. 4). Cabe destacar que se presentaron juveniles de peracáridos en las dos especies de algas. La abundancia de juveniles de crustáceos peracáridos fue relativamente superior a la abundancia de peracáridos adultos. Las abundancias de juveniles de peracáridos fueron  $51,9 \pm 80,6$  ind.  $\text{kg}^{-1}$  para *Macrocystis* spp. y  $5,7 \pm 5,5$  ind.  $\text{kg}^{-1}$  para *D. Antarctica*, respectivamente. Además, con ocurrencia del 92 % en muestras de *Macrocystis* spp. y con 67% en muestras de *D. antarctica* (Tabla III).

La mayor riqueza y abundancia de especies de crustáceos peracáridos que se encontraron asociadas a algas se presentaron en los canales Tuamapu y Leucayec ( $n = 17$  y 9 especies; 448,4 y 245,3 ind.  $\text{kg}^{-1}$ , respectivamente, Fig. 5), mientras que las menores abundancias se presentaron en los canales Pulluche y Darwin (14,9 y 21,7 ind.  $\text{kg}^{-1}$ , respectivamente, Fig. 5). De este modo, se encontró una mayor riqueza y abundancia de especies de peracáridos asociadas a macroalgas en la zona norte del sistema de canales de la XI región.

## DISCUSIÓN

### *Macroalgas flotando a la deriva en los canales de la XI región*

La abundancia de las macroalgas *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica* flotando a la deriva en los canales de la XI región fueron más elevadas que las reportadas para otras regiones del mundo (e.g. 0,2 a 5,0 parches por  $\text{km}^2$  en el Atlántico Sur, Helmuth *et al.*, 1994; Thiel & Gutow, 2004). Sin embargo, esta abundancia reportada podría presentar una ele-

vada variabilidad temporal. En observaciones realizadas por Kingsford (1995) en el este del Pacífico Norte (34-35° N), registró abundancias de 1100 parches por  $\text{km}^2$  de *Macrocystis pyrifera* flotando a la deriva. Por otro lado, Hobday (2000c), en la misma zona de estudio de Kingsford (1995), registró una abundancia inferior a 7 parches por  $\text{km}^2$  en tres años de muestreos. Estos antecedentes demuestran que puede existir una elevada variabilidad estacional o interanual para la abundancia de estas macroalgas. Sin embargo, no se han realizado estudios directamente enfocados para identificar esta variabilidad en macroalgas flotando a la deriva. Vásquez *et al.* (2006) en un estudio realizado en la costa norte de Chile demuestra una variación estacional e interanual de la abundancia de macroalgas adosadas al sustrato. Del mismo modo, Buschmann *et al.* (2006) en la X Región, en un sector protegido, encuentra praderas anuales de *Macrocystis pyrifera* desapareciendo completamente durante el invierno y aumentando en abundancia hacia el verano y otoño. Debido a estos antecedentes, podemos suponer, que las abundancias de macroalgas flotantes también podrían presentar variaciones estacionales e interanuales en su abundancia.

La abundancia comparativamente elevada que se registró en nuestro estudio se debe posiblemente a la cantidad de praderas naturales adosadas al sustrato. Probablemente, en los canales de la XI Región, existen praderas naturales relativamente más numerosas que en otras regiones del mundo, debido que en esta zona, la línea de costa es relativamente más extensa. La abundancia de algas flotando a la deriva que se encontraron en este estudio presento una tendencia a disminuir hacia los canales interiores. Esta tendencia, posiblemente se debe a que estos canales poseen un aporte de agua dulce mayor que limitarían la disponibilidad de praderas de algas adosadas al sustrato (ver Breeman, 1988). De este modo, como ya se indicó más arriba, es probable que la abundancia de praderas de macroalgas adosadas al sustrato esté directamente relacionada

con la abundancia de macroalgas que se encuentran flotando. Sin embargo, es necesario realizar estudios directamente enfocados en dicha relación. El hecho de encontrar baja abundancia de algas flotando a la deriva en el transecto recorrido en mar abierto (entre bahía Anna Pink y el canal Darwin, número 9 en la Fig. 2), posiblemente se debe al estado del mar, que dificultó la observación (el viento superó los 30 km h<sup>-1</sup>) y no a posibles variables oceanográficas específicas. Cabe destacar que otros factores oceanográficos específicos como los nutrientes, corrientes y el impacto de las olas, también podrían limitar la distribución y abundancia, tanto de macroalgas flotando a la deriva como de macroalgas adosadas al sustrato (ver Buschmann *et al.*, 2004). Además, también es probable que existan, en algunos sectores, zonas de retención producto de las corrientes de marea, lo cual afectaría la distribución espacial de las flotando a la deriva. De este modo, es probable que la abundancia y distribución de macroalgas flotando a la deriva esté fuertemente influenciada por variables oceanográficas particulares de los canales de la XI Región.

#### *Fauna peracárida asociada a macroalgas flotando a la deriva*

Las principales especies de crustáceos peracáridos que se encontraron en este estudio asociadas a macroalgas flotando a la deriva, anteriormente se habían caracterizado como especies de hábitos bentónicos (ver Thiel & Vásquez, 2000; Thiel, 2003b; Thiel *et al.*, 2003a). Es probable que las macroalgas que se encuentran a la deriva sirvan como mecanismos de dispersión para estas especies de peracáridos en los canales de la XI Región.

En el presente trabajo se encontró una riqueza de especies de peracáridos similar (20 especies, ver Tabla III) a lo reportado para otras localidades del mundo (*e.g.* 28 especies en el Atlántico Norte, Ingólfsson, 1992). Por ejemplo, Hobday (2000b), para el sector de California, encuentra que las mayores abun-

dancias del isópodo *Idotea ressecata*, asociados a *Macrocystis pyrifera*, van desde 0,5 a 50 ind. 100 g húmedo de alga<sup>-1</sup>. Por otro lado, en sectores próximos a Islandia, Ingólfsson (1995) encuentra una abundancia de 12,4 ind. 100 g húmedo de alga<sup>-1</sup> para el anfípodo *Gammarellus angulosus* asociado al alga *Ascophyllum nodosum*. En nuestro estudio las mayores abundancias que se encontraron por muestra fue de 298 ind. kg húmedo de alga<sup>-1</sup> (correspondiendo a 29,8 ind. 100 g húmedo de alga<sup>-1</sup>) de *Paramoera* spp. asociada a algas del género *Macrocystis* spp. y de 456 ind. kg húmedo de alga<sup>-1</sup> (correspondiendo a 45,6 ind. 100 g peso húmedo de alga<sup>-1</sup>) para el isópodo *Limnoria chilensis* asociado a *Durvillaea antarctica*.

En la zona norte del sistema de canales de la XI región se presentaron las mayores abundancias de peracáridos asociadas a macroalgas flotando a la deriva (canal Tuamapu, Fig. 4). Esta elevada abundancia posiblemente se debe al tiempo de deriva que las algas podrían presentar. Para la costa de California, Hobday (2000b) encuentra que la abundancia del isópodo *Idotea ressecata* está relacionada al tiempo que el alga lleva flotando en el mar. Para nuestro estudio es probable que la abundancia de las especies de peracáridos, *Paramoera* spp. y *Limnoria chilensis* asociadas a sus respectivas macroalgas, al igual que lo reportado por Hobday (2000b), estén relacionadas positivamente al tiempo que las algas llevan flotando a la deriva. De este modo podemos inferir que macroalgas flotando en la zona norte tendrían un mayor tiempo flotando comparado con el resto del área de estudio. Esta relación positiva que presentan algunas especies de peracáridos con el tiempo de flotación posiblemente se debe al reclutamiento local (Thiel, 2003c). Esta idea es apoyada por la abundancia de juveniles de peracáridos que se encontró en los canales de la zona norte (rango de 62 a 288 ind. kg de alga<sup>-1</sup> para muestras individuales de *Macrocystis* spp.). Los juveniles de peracáridos, ya que

presentan reclutamiento local (ver Thiel, 1999), pueden formar comunidades que aumentarían en número con el tiempo.

### CONCLUSIONES

Los antecedentes antes mencionados indican que en los canales de la XI región existe una cantidad importante de macroalgas flotando a la deriva y que estas poseen una fauna asociada de crustáceos peracáridos relativamente diversa y abundante. Debido que las principales especies de peracáridos encontradas asociadas a estas macroalgas han sido descritas como especies bentónicas, y a la importante abundancia de juveniles de peracáridos presentes en dichas algas, es probable que las algas a la deriva estén facilitando eficazmente la dispersión de estas especies.

La zona norte del sistema de canales de la XI región posee la mayor abundancia de macroalgas flotando a la deriva. Además, estas algas presentan la riqueza y abundancia de peracáridos más elevadas comparadas con otros sectores de los canales. Es probable que en esta zona exista un mayor aporte de algas desde praderas naturales, o bien factores ambientales específicos, como temperaturas, salinidad y corrientes, condicionan a este sector como lugar de retención de algas o como un lugar altamente productivo. Sin embargo, este patrón podría variar estacional o interanualmente.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos dar especiales agradecimientos, por la ayuda y facilidades otorgadas, a toda la gente participante del crucero CIMAR 8 Firdos, tanto a la gente de la Armada como personal Científico. Gracias a la directiva del CONA por el financiamiento de este proyecto. Un muy especial recuerdo a Reinaldo Rehhof (Q.E.P.D.) que colaboró a la grata convivencia durante el crucero.

### REFERENCIAS

- BREEMAN, A. M. 1988. Relative importance of temperature and other factors in determining geographic boundaries of seaweeds: Experimental and phenological evidence. *Helgoländer Meeresunters.* 42: 199-241.
- BUSCHMANN, A. H., J. A. VÁSQUEZ & P. OSORIO. 2004. The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Mar. Biol.* 145: 849-862.
- BUSCHMANN, A. H., C. MORENO, J., A. VÁSQUEZ & M. C. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ. 2006. Reproduction strategies of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) in Southern Chile: The importance of population dynamics. *J. Appl. Phycol.* 18: 575-582.
- DAVENPORT, J. & E. I. S. REES. 1993. Observations on neuston and floating weed patches in the Irish Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.* 36: 395-411.
- DAYTON, P., V. CURRIE, T. GERRODETTE, B. KELLER, R. ROSENTHAL & D. VENTRESCA. 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. *Ecol. Monog.* 54: 253-289.
- FEDORYOKA, B. I. 1989. A comparative characteristic of oceanic fish assemblages associated with floating debris. *J. Ichthyology.* 29: 128-137.
- GOODSELL, P. J., M. J. FOWLER-WALKER, B. M. GILLANDERS & S. D. CONNELL. 2004. Variations in the configuration of algae in subtidal forests: implications for invertebrate assemblages. *Austral Ecol.* 29: 350-357.
- HOBDDAY, A. J. 2000a. Age of drifting *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh rafts in the

- Southern California bight. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 253: 97-114.
- HOBDAJ, A. J. 2000b. Persistence and transport of fauna on drifting kelp (*Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh) rafts in the Southern California bight. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 253: 75-96.
- HOBDAJ, A. J. 2000c. Abundance and dispersal of drifting kelp (*Macrocystis pyrifera*) rafts in the Southern California Bight. Mar. Ecol. Prog. Ser. 195: 101-116.
- HOFFMANN, A. & B. SANTELICES. 1997. Flora marina de Chile central. Edición Universidad Católica de Chile. Santiago. 434 pp.
- HELMUTH, B. S., R. R. VEIT & R. HOLBERTON. 1994. Long-distance dispersal of a subantarctic brooding bivalve (*Gaimardia trapesiona*) by kelp rafting. Mar. Biol. 120: 421-426.
- INGÓLFSSON, A. 1992. The origin of the rocky shore fauna of Iceland and the Canadian Maritimes. J. Biogeogr. 19: 705-712.
- INGÓLFSSON, A. 1995. Floating clumps of seaweed around Iceland: natural microcosms and a means of dispersal for shore fauna. Mar. Biol. 122: 13-21.
- INGÓLFSSON, A. 1998. Dynamics of macrofaunal communities of floating seaweed clumps off western Iceland: a study of patches on the surface of the sea. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 23: 119-137.
- JOHANNESSON, K. 1988. The paradox of Rockall: why is a brooding gastropod (*Littorina saxatilis*) more widespread than one having a planktonic larval dispersal stages (L. littorea). Mar. Biol. 99: 507-513.
- KINGSFORD, M. J. 1992. Drift algae and small fish in coastal waters of northeastern New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 80: 41-55.
- KINGSFORD, M. J. 1995. Drift algae: a contribution to near-shore habitat complexity in the pelagic environment and attractant for fish. Mar. Ecol. Prog. Ser. 116: 297-301.
- O'FOIGHIL, D., B. A. MARSHALL, T. J. HILBISH & M. A. PINO. 1999. Trans-pacific range extension by rafting is inferred for the flat oyster *Ostrea chilensis*. Biol. Bull. 196: 122-126.
- SEBER, G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London. 654pp.
- SMITH, S. D. A. 2002. Kelp rafts in the Southern Ocean. Global Ecol. Biogeogr. 11: 67-69.
- 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. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 191: 83-99.
- THIEL, M. 1999. Duration of extended parental care in marine amphipods. J. Crust. Biol. 19: 60-71.
- THIEL, M. 2003a. Extended parental care in crustaceans - an update. Rev. Chil. Hist. Nat. 76: 205-218.
- THIEL, M. 2003b. Reproductive biology of *Limnoria chilensis*: another boring peracarid species with extended parental care. J. Nat. Hist. 37: 1.713-1.726.
- THIEL, M. 2003c. Rafting of benthic macrofauna: important factors determining the temporal succession of the assemblage on detached macroalgae. Hydrobiologia 503: 49-57.

- THIEL, M. & J. A. VÁSQUEZ. 2000. Are kelp holdfasts islands on the ocean floor? - Indication for temporarily closed aggregations of peracarid crustaceans. *Hydrobiologia* 440: 45-54.
- THIEL, M., GONZÁLEZ, E., BALANDA, M.-J., HAYE, P., HEARD, R. & L. WATLING. 2003a. Diversity of Chilean peracarids (Crustacea: Malacostraca). In: M. E. Hendrickx (ed.): Contributions to the study of East-Pacific crustaceans. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México, 177-189.
- THIEL, M., I. HINOJOSA, N. VÁSQUEZ & E. MACAYA. 2003b. Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). *Mar. Poll. Bull.* 46: 224-231.
- THIEL, M. & L. GUTOW. 2004. The ecology of rafting in the marine environment - I. The floating substrata. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, (en prensa).
- VÁSQUEZ, J. A. 1993. Effects on the animal community of dislodgment of holdfasts of *Macrocystis pyrifera*. *Pac. Sci.* 47: 180-184.
- VÁSQUEZ, J. A. & A. H. BUSCHMANN. 1997. Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 70: 41-52.
- VÁSQUEZ, J. A., J. M. ALONSO VEGA & A. H. BUSCHMANN. 2006. Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. *J. Appl. Phycol.* 18: 505-519.
- WORCESTER, S. 1994. Adult rafting versus larval swimming: dispersal and recruitment of a botryllid ascidian on eelgrass. *Mar. Biol.* 121: 309-317.