

Naturalia

ISSN 0327 - 8050

patagónica

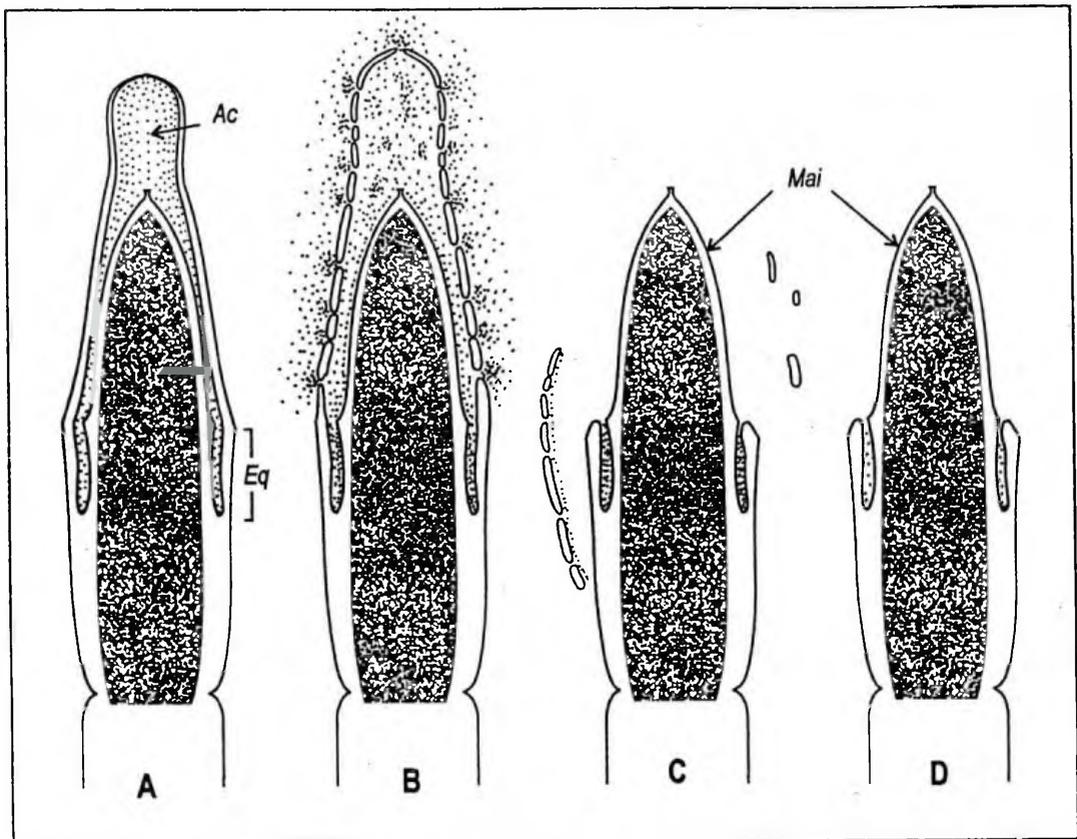
CIENCIAS BIOLÓGICAS

VOLUMEN 5

NUMEROS 1-2

DICIEMBRE 1997

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA S. J. BOSCO



ISSN 0327-8050

NATURALIA PATAGONICA

**Serie: Ciencias Biológicas, Volumen 5 (1-2) (1997).
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco**

EDITOR

HECTOR E. ZAIXSO

DIRECTOR

ALICIA L. BORASO

COMITE EDITOR

Néstor R. Hirtz
Juan C. Sciutto
Alicia L. Boraso
Mabel S. Feijóo
María A. Fajardo
Susana Risso
Mónica Casarosa
Rita Kurdelas
Isella Gutierrez
María Carballo

Departamento de Geología
Departamento de Geología
Departamento de Biología General
Departamento de Biología General
Departamento de Bioquímica
Departamento de Bioquímica
Departamento de Farmacia
Departamento de Farmacia
Departamento de Química
Departamento de Enfermería

CONTENIDO

ARTICULOS CIENTIFICOS

BORASO DE ZAIXSO, A. L., ZAIXSO, H. E. & ROMANELLO, E. E. Estudios sobre la población de *Gracilaria gracilis* en bahía Melo (Provincia del Chubut, Argentina)..... 1 - 27

RUIZ, A. E. & FONDACARO, R. R. Talla de primera madurez de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de isla escondida, Patagonia (diciembre 1989 - enero 1994).....29 - 38

CASAS, G. N., ROMANELLO, E. E. & GARCIA, H. Observaciones sobre el crecimiento y brotación de *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) en golfo Nuevo (Chubut, Argentina) 39 - 54

CERDA, R., CAILLE, G. & BRACCALENTI, J. C. Cambios estacionales en las comunidades de peces costeros del sur de Santa Cruz (Argentina) y aspectos biogeográficos asociados..... 55 - 66

BALZI, P. P. Los hábitos alimenticios de la centolla, *Lithodes santolla* (Molina) del golfo San Jorge..... 67 - 87

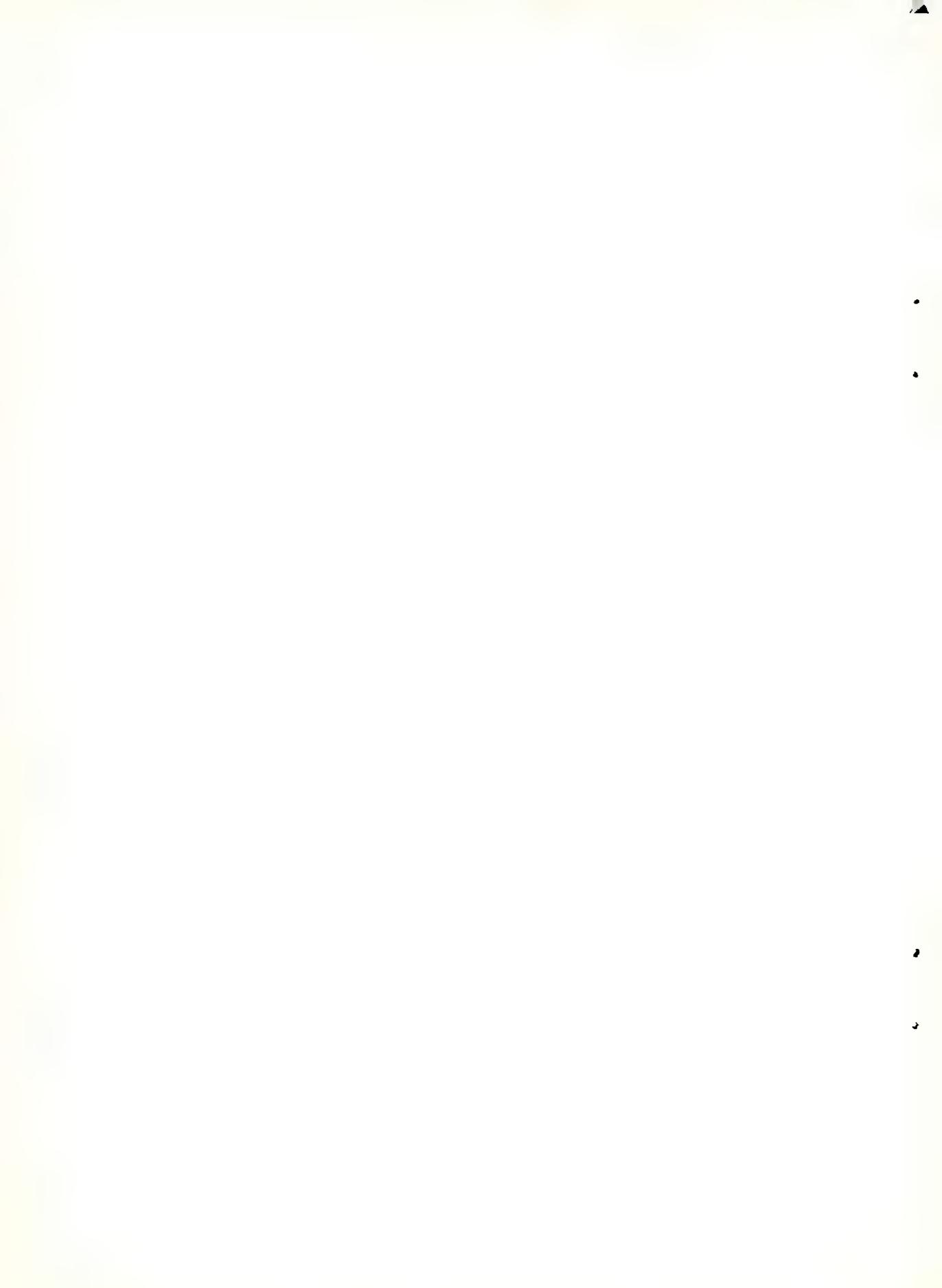
ARTICULO DE REVISION

de CEREZO, J. M. S. & CEREZO, A. S. Erizos de mar como modelo en el estudio de la fertilización 89 - 115

NOTAS

ESCOBAR, J. Presencia de *Microzonia velutina* (Harvey) J. Agardh en las costas del Chubut, Argentina 117 - 120

CABEZAS, E. & RISSO, S. Presencia de *Allocytus verrucosus* (Gilchrist) (Osteichthyes, Zeiformes, Oreosomatidae) en las aguas del golfo San Jorge (provincia del Chubut, Argentina)..... 121 - 125



CONTENTS

RESEARCH ARTICLES

ALICIA L. BORASO DE ZAIXSO, A. L., ZAIXSO, H. E. & ROMANELLO, E. E. Studies on the population of *Gracilaria gracilis* in Bahía Melo (Chubut, Argentina)..... 1 - 27

RUIZ, A. E. & FONDACARO, R. R. Size at first maturity of hake (*Merluccius hubbsi*) in Isla Escondida area, Patagonia (December 1989 - January 1994)..... 29 - 38

CASAS, G. N., ROMANELLO, E. E. & GARCIA, H. Observations on growth and branching of *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) in Nuevo Gulf (Chubut, Argentina)..... 39 - 54

CERDA, R., CAILLE, G. & BRACCALENTI, J. C. Seasonal changes and associated biogeographical aspects of coastal fish communities of Southern Santa Cruz (Argentina)..... 55 - 66

BALZI, P. P. Feeding habits of southern king crab, *Lithodes santolla* (Molina), in the San Jorge Gulf..... 67 - 87

REVISION ARTICLE

de CEREZO, J. M. S. & CEREZO, A. S. Sea urchins as models for fertilization studies 89 - 115

NOTES

ESCOBAR, J. Presence of *Microzonia velutina* (Harvey) J. Agardh in Chubut shores (Argentina) 117 - 120

CABEZAS, E. & RISSO, S. Presence of *Allocytus verrucosus* (Gilchrist) (Osteichthyes, Zeiformes, Oreosomatidae) in the San Jorge Gulf (Chubut Province, Argentina) 121 - 125

◆

◆

◆

◆

ESTUDIOS SOBRE LA POBLACION DE *GRACILARIA GRACILIS* EN BAHIA MELO (PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA).

Studies on the population of *Gracilaria gracilis* in Bahía Melo (Chubut, Argentina).

Alicia L. Boraso de Zaixso (*), Héctor E. Zaixso(*)
y Eduardo E. Romanello(**)

(*) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria, Km 4, 9000 Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

(**) Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, Chubut.

RESUMEN

Las características biológicas de una población de *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine & Farnham (Rhodophyta, Gracilariales) fueron estudiadas en bahía Melo (Provincia del Chubut, Rep. Argentina) desde noviembre de 1986 hasta octubre de 1987. La misma se encuentra entre los 2,5 y 8,5 m de profundidad por debajo de la marea media. La biomasa promedio varió entre 300 y 2600 g/m²; el tamaño promedio de las plantas se mantuvo generalmente entre los 15 y 20 cm de longitud y 0,5 a 2,0 g de peso, pudiendo en ocasiones alcanzar valores

Boraso de Zaixso *et al.*: *Gracilaria gracilis* en bahía Melo.

promedio de 70 cm y 5 g por planta respectivamente. Más del 70% de las plantas se mantienen reproductivamente indiferenciadas, prevaleciendo la propagación vegetativa y la reproducción asexual. El análisis multivariado (análisis de redundancias) define un primer eje muy asociado al tipo de plantas ramificadas y biomasa alta, temperaturas y salinidades altas, vientos del sur y fosfatos versus plantas simples y actividad reproductiva. El tamaño individual de las plantas está correlacionado negativamente con la producción de proliferaciones y el reclutamiento. La producción de biomasa se correlaciona negativamente con el epifitismo y positivamente con otros organismos presentes que pueden actuar como sustrato y ayudan a mantener las plantas en el lugar.

Palabras clave: *Gracilaria gracilis*, población, estadios de desarrollo, factores ambientales.

ABSTRACT

The biological characteristics of *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steen-toft, Irvine & Farnham (Rhodophyta, Gracilariales) were studied at Bahía Melo (Chubut Province, Argentina) from November-1986 to October-1987. The population grows between 2.5 and 8.5 m depth under the average water level. Average biomass was between 300 and 2600 g/m²; average plants size was generally 15 to 20 cm in length and 0.5 to 2.0 g in weight, but in some sampling units average values were reached of 70 cm and 5 g respectively. More than 70% of the plants are not reproductively differentiated, being more common the vegetative propagation and the asexual reproduction than the sexual reproduction. A multivariate analysis (RDA: redundancy analysis) was performed. The first axis is defined by much branched plants high biomass, high temperature and salinity, high phosphates concentration and winds from the south versus simple plants, reproductive activity and opposed environmental conditions. Plants length and weight is negatively correlated to branches proliferation and recruitment from spores. Biomass is negatively correlated with epiphytism and positively correlated with other species which can act as substrate which maintain plants in place.

Key words: *Gracilaria gracilis*, population, environmental factors, developmental stages.

INTRODUCCION

Gracilaria gracilis (Stackhouse) Steentoft, Irvine & Farnham (= *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss), es la principal especie de alga marina explotada comercialmente en Argentina. Sus poblaciones se encuentran en nuestro país en la provincia del Chubut, mostrando su mayor desarrollo en bahía Arredondo (Boraso de Zaixso, 1995), bahía Melo (Romanello *et al.*, 1993) y bahía Bustamante; también ha sido observada en golfo Nuevo (Boraso de Zaixso & Paternoster, 1985); isla Tova, punta Tafor y bahía Camarones (Mayer, 1981).

Los objetivos de esta contribución son: caracterizar el ambiente ocupado por el alga en la localidad, obtener características fenológicas de la población en el período del estudio, analizar la importancia relativa de los mecanismos de propagación y reproducción para su mantenimiento en la localidad y realizar un análisis exploratorio de las relaciones entre la población y los factores ambientales.

MATERIAL Y METODOS

Muestreo y elaboración de muestras

En la Figura 1 se muestra la ubicación de la pradera dentro de bahía Melo (45° 02' S), la que fue

determinada en un muestreo previo mediante buceo autónomo en abril de 1983; sus límites se determinaron mediante el boyado del contorno y la ubicación de las boyas por triangulación. La extensión de la pradera es de 359 há (Romanello *et al.*, 1993).

Las profundidades fueron referidas al plano de reducción utilizando las tablas de Marea del Servicio de Hidrografía Naval Argentino (fig. 1).

El tipo de sustrato fue observado por buceo autónomo en cada sitio, y clasificado como fondos muebles, pedregullo o fondos duros, su distribución se muestra en la Figura 2. La fracción mueble consiste casi exclusivamente de arena y limo con escasos elementos más gruesos.

Las muestras biológicas fueron colectadas en cada fecha por buceo autónomo en veinte sitios sobre una transecta en el centro de la pradera, consistiendo las unidades muestrales en cuadrados de 50 cm de lado. Se tomaron en total 160 unidades muestrales en nueve fechas a lo largo de un año, desde noviembre de 1986 a octubre de 1987.

El material colectado fue fijado en formol neutro al 5%, las epifitas y organismos acompañantes de mayor tamaño fueron separadas en el laboratorio manualmente. Sobre cada unidad muestral se determinó la biomasa húmeda escurrida de *Gracilaria* y de los acompañantes.

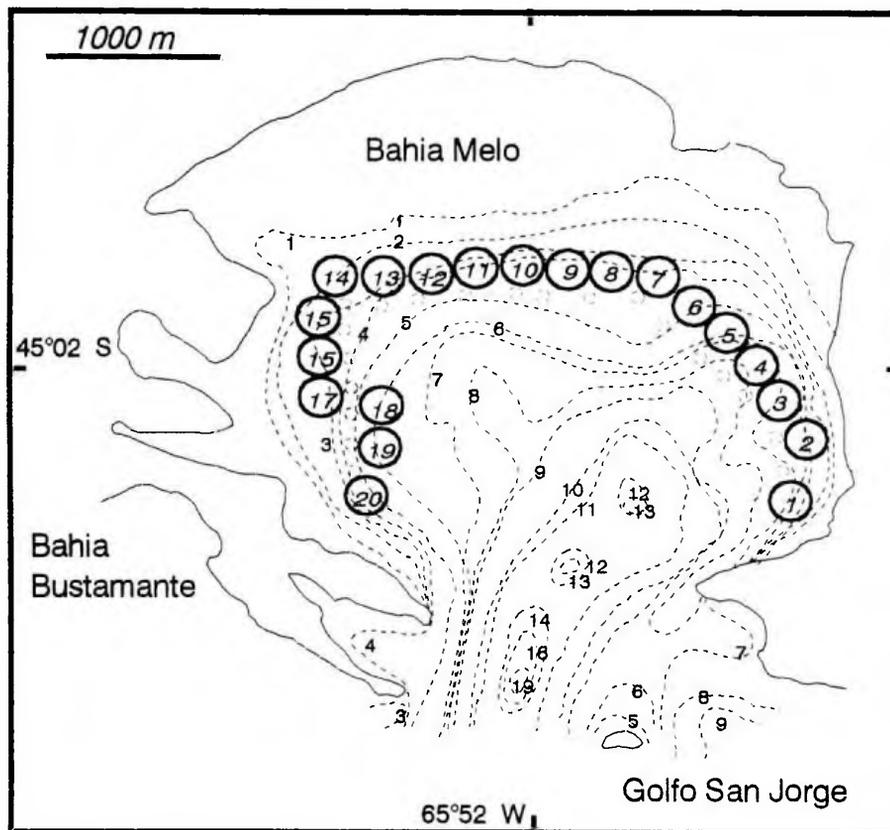


Figura 1: Bahía Melo. Profundidades (m) y ubicación de los sitios de muestreo.

Sobre las unidades muestrales de número par se realizó un submuestreo al azar de 100 talos, en los que se determinó la longitud de los talos (cm) y su peso húmedo (g), realizándose además sobre la submuestra las siguientes observaciones.

El grado de cobertura por epifitas (E_i) fue medido en una escala de 0 a 3 (0 = ausencia de epifitas, 1 = menos del 25% del talo cubierto, 2 = entre 25 y 50% del talo cubierto; 3 = más del 50% del talo cubierto). En base a estas observaciones se elaboró

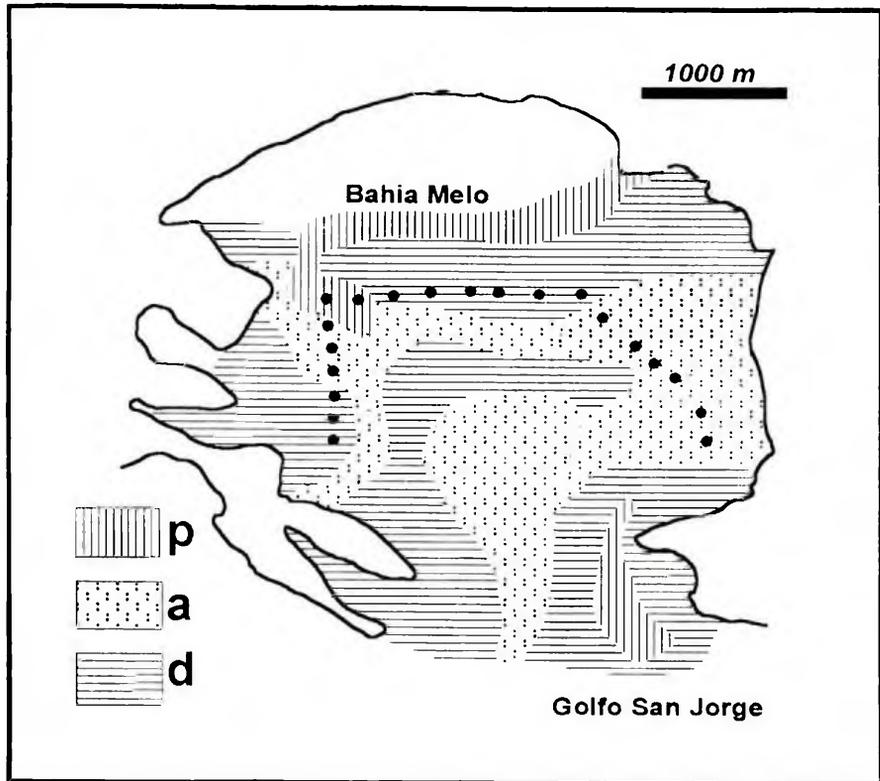


Figura 2: Distribución de tipos de sustrato en Bahía Melo. p, pedregullo; a, arena; d, sustrato duro. Se indica con círculos la posición de los sitios de muestreo.

un índice (epi) de epifitismo:

$$epi = \sum_{i=1}^3 E_i \cdot p_i$$

donde: p_i es la proporción de plantas en la unidad muestral con ese grado de cobertura por epífitas, dividiéndose por tres para llevar a la variación del rango a un índice entre 0 y 1.

Como indicador de la potencialidad de crecimiento rápido del talo a corto plazo se verificó la presencia de brotes apicales o laterales sobre las plantas.

Los talos fueron clasificados según cinco tipos utilizados anteriormente (Boraso de Zaixso, 1987): A: plantas de crecimiento predominantemente apical, con un solo eje principal y ramas laterales más cortas que aquel; B: plantas

con crecimiento sobre varios ejes de porte equivalente; C: plantas con crecimiento primeramente apical, similar al tipo A, luego truncadas y brotadas apicalmente y finalmente con varias ramas insertadas en el ápice; D: talos de ramificación predominantemente lateral por rotura de la zona apical, en los que las ramas laterales pueden al crecer desarrollarse en unidades tipo B, a esta última variante se la denominó Bd, y fue reunida con la D en el análisis multivariado por observarse que sus variaciones temporales coincidían.

Cualquiera de estos tipos morfológicos puede originarse tanto por germinación de esporas o por fragmentación de talos preexistentes y posterior brotación y crecimiento. El origen reciente de un talo a partir de esporas puede determinarse por la existencia de una parte basal, la cual suele conservar adherida el elemento de soporte, generalmente una conchilla o piedra, que sirviera de punto de adhesión para la espora. Con el propósito de determinar si la unidad que se contabilizaba como talo individual tuvo su origen en un proceso de reproducción o en uno de propagación se constató en cada caso la presencia de la zona basal de cada planta.

A partir de cada submuestreo de 100 plantas se guardaron 10 plantas al azar para determinar al microscopio su estado reproducti-

vo, observándose entre 60 y 100 plantas por fecha. La proporción de plantas cistocárpicas, fue evaluada también en base a las muestras de 100 plantas, es decir sobre 700 a 1000 plantas por fecha.

Las muestras de agua fueron tomadas en cada oportunidad, por duplicado, a 1 m del fondo, en una estación central (estación n° 7). La concentración de nitratos, nitritos y fosfatos y la salinidad fueron determinadas por el Servicio de Química del Centro Nacional Patagónico.

Las observaciones sobre nubosidad, vientos, precipitaciones y temperaturas del aire fueron realizadas por personal estable de las concesiones de explotación de algas marinas, siendo sistematizadas a través de planillas que les fueran facilitadas a tal fin. Se realizaron mediciones diarias de las temperatura del aire en el período previo al muestreo y de la temperatura del agua en la fecha del muestreo (°C).

Los datos climáticos fueron reducidos a índices elaborados en base al período de 30 días anterior a cada fecha de muestreo.

Los vientos se evaluaron en cuanto a su dirección, intensidad y número de días que soplaron desde un cuadrante. Siendo r_j la estimación de velocidad del viento para un día i proveniente de un cuadrante (vientos nulos: $r_1 = 0$; vientos suaves: $r_2 = 1$; vientos regulares $r_3 = 2$; vientos fuertes:

$r_4=3$); d el número de días en que se registraron vientos del mismo cuadrante y n el número de días con observaciones en el período mensual correspondiente, se definieron los índices de viento (v) correspondiente a cada cuadrante como:

$$v = \sum_{i=1}^d r_i \cdot d/n$$

La nubosidad se evaluó en base a la cobertura diaria c_j (donde c_j es 0,0 = 1; 0,25 = 2; 0,50 = 3; 0,75 = 4; 1,0 = 5), al número de días (d_j) en el período en que prevaleció cada rango de cobertura y a n , el número de días con observaciones en el período mensual correspondiente. El correspondiente índice de nubosidad (nub) se definió como:

$$nub = \sum_{j=1}^5 c_j \cdot d_j/n$$

Las precipitaciones (pp) fueron expresadas como milímetros caídos en el período previo a cada muestreo.

La longitud del período luminoso promedio para el período previo (ld) fue calculada en base al almanaque náutico y expresada en minutos.

Las medidas de radiación solar (ir , expresada en M.joules /

m²) para el período, fueron provistas por la estación INTA de Trelew de la red Solarimétrica Nacional.

Análisis de redundancias (RDA)

La relación entre los factores ambientales y las características vegetativas y reproductivas de las plantas fueron analizadas mediante un análisis de redundancias (RDA: redundancy analysis), utilizándose para ello el programa CANOCO (ter Braak, 1987 y 1990). El RDA es una técnica introducida por ter Braak (1987) como una extensión del análisis de componentes principales, en la cual los ejes son seleccionados para que representen combinaciones de las variables ambientales suministradas, de esta manera las especies se relacionan en forma directa a dichas variables.

El método fue escogido previo análisis del tipo de distribución de los descriptores biológicos sobre los ejes ambientales, la cual sugiere una distribución en gradiente antes que unimodal. Siguiendo la sugerencia de ter Braak (1995) se llevó a cabo un análisis de correspondencias (sin tendencias) preliminar, el cual indicó que el largo de gradiente de los ejes de ordenación era del orden de 1 o menores, de acuerdo a lo cual las curvas respuesta (o superficies) eran monotónicas.

Los datos se ingresaron a partir de una matriz de unidades muestrales (u.m.) por descriptores

biológicos en formato condensado Cornell. El número u.m. totales ingresadas al análisis fue de 80. Los descriptores biológicos originales fueron: **gra**, biomasa de *Gracilaria* por unidad de superficie (Hg/m^2); **lon**, longitud promedio de los talos (cm); **pes**, peso promedio de los talos (g); **pra**, porcentaje de plantas con proliferaciones apicales; **pri**, porcentaje de plantas con proliferaciones laterales; **aaa**, porcentaje de plantas tipo A; **bbb**, porcentaje de plantas de tipo B; **ccc**, porcentaje de plantas de tipo C; **ddd**, porcentaje de plantas de tipo D y Bd; **bas**, porcentaje de plantas con base presente; **fem**, porcentaje de plantas cistocárpicas; **tet**, porcentaje de plantas tetraspóricas; **epi**, índice de epifitismo. Los datos no fueron transformados.

Los datos ambientales incluídos en el RDA y correspondientes a las mismas u.m. se ingresaron en formato completo, consistiendo en las siguientes variables: **ar**, sustrato con dominancia de arena; **dur**, sustrato rocoso; **pe**, sustrato con dominancia de pedregullo; **aco**, cantidad de organismos acompañantes; **pro**, profundidad (m); **fos**, concentración promedio de fosfatos; **nat**, concentración de nitratos; **nit**, concentración de nitritos; **sal**, salinidad; **nub**, índice de nubosidad; **pp**, precipitaciones; **tma**, temperatura máxima del aire; **tmi**, temperatura mínima del aire; **tpm**, temperatura promedio del aire; **ta**, temperatura

del agua; **ir**, irradiación; **ld**, longitud del período luminoso. A los efectos del RDA la información referida a los índices de vientos por cuadrante fue reducida a la suma de los índices de los vientos del sur, que son los más fuertes y constantes, factor que se denominó ($vs = vsw + vse$). Las variables no fueron transformadas.

Para evitar la colinearidad, la variable nominal **tipo de sustrato** fue tratada como en regresión múltiple (Chatterjee & Price, 1977: capítulo 4; Kleibaum *et al.*, 1988: capítulo 14), mediante la definición de dos variables ambientales sustitutas (dummy): **ar-** y **pe-**. La variable **ar-** toma el valor 1 cuando una u.m. tiene este tipo de sustrato y el valor 0 en cualquier otro caso. La otra variable se define de manera similar. Como resultado de lo anterior las u.m. con sustrato de roca tienen el valor 0 en todas las variables, consecuentemente, el coeficiente canónico para **ar-** mide por ejemplo la diferencia entre los sustratos **ar** y los de roca.

Un análisis preliminar detectó multicolinealidad de algunas variables ambientales remanentes, en consecuencia fueron eliminadas del análisis aquellas que presentaron factores de inflación de la varianza (VIF) superiores a 10 (**nit**, **nub**, **tmi**, **ta**, **ir**, **ld**).

En el análisis se usaron en general las opciones estándar, excepto que el RDA se llevó a cabo sobre una matriz de correla-

ción a través de un scaling = -2 y el centrado y estandarizado por especies.

Los diagramas de ordenación RDA obtenidos se denominan de acuerdo a las opciones utilizadas "biplots" o "triplots" de correlación. En los mismos las variables biológicas o ambientales con flechas dispuestas en ángulo agudo se hallan correlacionadas positivamente, en tanto que aquellas dispuestas en ángulos obtusos indican correlaciones negativas. Las flechas correspondientes a factores ambientales cuantitativos se orientan en el sentido del máximo cambio de los parámetros respectivos en el diagrama. La proyección de los puntos extremos de las variables biológicas o ambientales sobre las flechas ambientales o biológicas, prolongadas en ambas direcciones, indican la posición relativa de los coeficientes de correlación entre las variables consideradas (ter Braak, 1987 y 1990).

Las clases de la variable nominal **tipo de sustrato**, se representan en cambio más natural y adecuadamente en el diagrama de ordenación por los centroides de los "scores" de las u.m. que pertenecen a cada una de dichas clases (ter Braak, 1987). La interpretación es semejante a la de puntos de especies y u.m. en el análisis de correspondencias (ter Braak, 1987).

Los gráficos de variables biológicas, ambientales y u.m.

fueron en este caso presentados en un diagrama simple (triplot), a la misma escala y con los ejes superpuestos; en el mismo las u.m. están marcadas por puntos, las variables biológicas y las variables ambientales están indicadas por flechas (variables cuantitativas) y por puntos correspondientes a centroides (variables nominales).

Una descripción más detallada de las reglas de interpretación de los elementos de los "triplots" se halla en ter Braak (1987 y 1990).

RESULTADOS

Análisis de redundancias (RDA)

Como fuera indicado, en el análisis final se eliminaron los factores ambientales estadísticamente redundantes: de esta manera, de las diferentes temperaturas, la irradiancia y largo del día, sólo se conservó la temperatura máxima del aire; de la concentración de nitratos y nitritos se conservó sólo la concentración de nitratos; de la nubosidad, salinidad y precipitaciones, se eliminó el primero de los factores citados.

Los ejes primero y segundo explican el 41,8 % y 21,5 % respectivamente de la varianza de la relación especies-ambiente (Tabla I). La ordenación, que se ilustra en el triplot de la Figura 3, muestra que la salinidad ($r = -0,784$), los vientos ($r = -0,696$), la tempe-

Tabla I: Sumario de la ordenación RDA.

Ejes	1	2	3	4	Inercia total
Valores propios:	0,16	0,08	0,07	0,04	1,000
Correlaciones especies-ambiente:	0,88	0,68	0,74	0,64	
Porcentaje acumulado de la varianza					
de los datos de especies:	16,2	24,6	31,5	34,9	
de la relación especies-ambiente:	41,8	63,3	81,0	89,9	
Suma de todos los valores propios no restringidos					1,000
Suma de todos los valores propios canónicos					0,389

Tabla II: Matriz de correlación pesada relacionando los ejes de especies con las variables ambientales (= correlaciones "inter-set" de las variables ambientales con los ejes).

Nombre	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
ar-	0,070	-0,158	0,266	-0,189
pe-	-0,120	0,135	-0,182	0,175
pro	0,119	-0,107	0,390	-0,170
fos	-0,542	0,110	0,043	-0,172
nat	0,145	0,245	-0,092	0,188
sal	-0,784	-0,085	-0,052	0,009
vs	-0,696	-0,041	-0,033	-0,039
pp	0,434	-0,256	-0,348	-0,042
tma	-0,634	0,350	0,253	-0,112
aco	-0,273	0,318	-0,240	-0,035

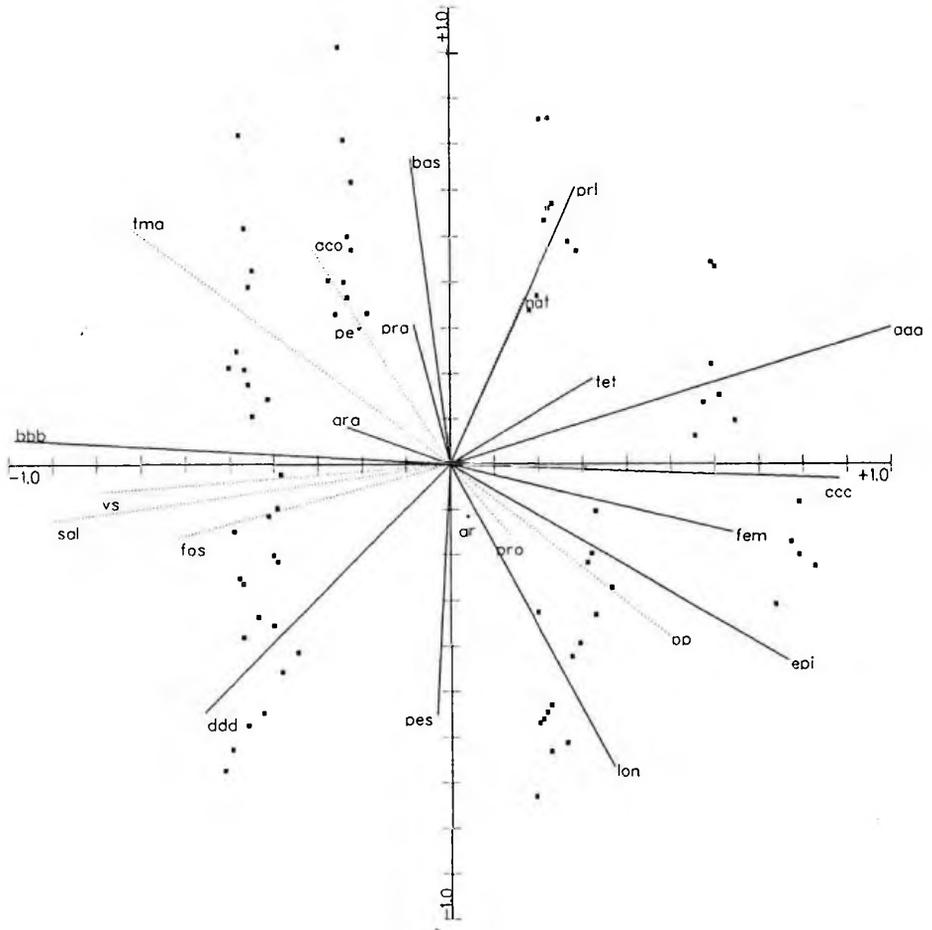


Figura 3: Diagrama del análisis de redundancias (triplot). Descriptores ambientales (vectores de líneas de puntos) y biológicos (vectores de líneas llenas). Los descriptores ambientales nominales (pe y ar) se indican con cruces. Las unidades muestrales están señaladas con cuadrados llenos.

ratura máxima del aire ($r = -0,634$), los fosfatos ($r = -0,542$), y en menor grado las precipitaciones ($r = 0,434$) se hallan correlacionadas con el eje I (Tabla II). El eje II presenta correlaciones bajas con las variables ambientales, las más altas de las cuales tienen lugar con la temperatura máxima del aire ($r = 0,350$), biomasa de acompañantes ($r = 0,318$), precipitaciones ($r = -0,256$), concentración de nitratos ($r = 0,245$) y la variable sustituta correspondiente a sustratos arenosos ($r = -0,158$).

Respecto de las variables biológicas, el eje I se correlaciona con los tipos morfológicos A, B y C. El eje I se relaciona asimismo con el estado reproductivo correspondiente a plantas cistocárpicas (femeninas) y con el índice de epifitismo y en menor grado con las plantas tetraspóricas y la biomasa de *Gracilaria* por metro cuadrado. El eje II se correlaciona principalmente con la longitud y peso individual de las plantas, el porcentaje de plantas con base y las proliferaciones apicales y laterales.

Por otra parte se observa un ordenamiento temporal de las u.m., mayormente sobre el eje I, acompañado para cada fecha, de un ordenamiento de tipo espacial y biológico sobre el eje II.

Otros aspectos del RDA son considerados en los puntos siguientes.

Tamaño de los talos

El tamaño de las unidades funcionales que hemos considerado plantas individuales a los propósitos de este estudio, dependen del crecimiento y de la fragmentación sufrida por los mismos. En las Figuras 4 y 5 se muestran la biomasa húmeda promedio y la longitud promedio de los talos; se muestra además la distribución porcentual de frecuencias de los diferentes rangos de peso y longitud promedio en las unidades muestrales. Se observa que, salvo casos excepcionales, los tamaños promedio no muestran grandes diferencias entre fechas, encontrándose en general entre los 0,5 y 1,5 g de peso y los 10 y 30 cm de longitud.

En el RDA las longitudes (lon) mayores se hallan asociadas al peso (pes), temperaturas bajas del agua, precipitaciones altas, profundidad, fondos de arena y a las u.m. de abril y junio. Por su parte, los pesos máximos se hallan correlacionados con el tipo morfológico D.

A lo largo del período anual el porcentaje de plantas simples de tipo A, fue aumentando desde menos de 10% hasta más del 50%, ocasionalmente hasta el 90% en algunas unidades muestrales (fig. 6); el tipo C, mucho menos abundante, tiene una evolución semejante a la del tipo A.

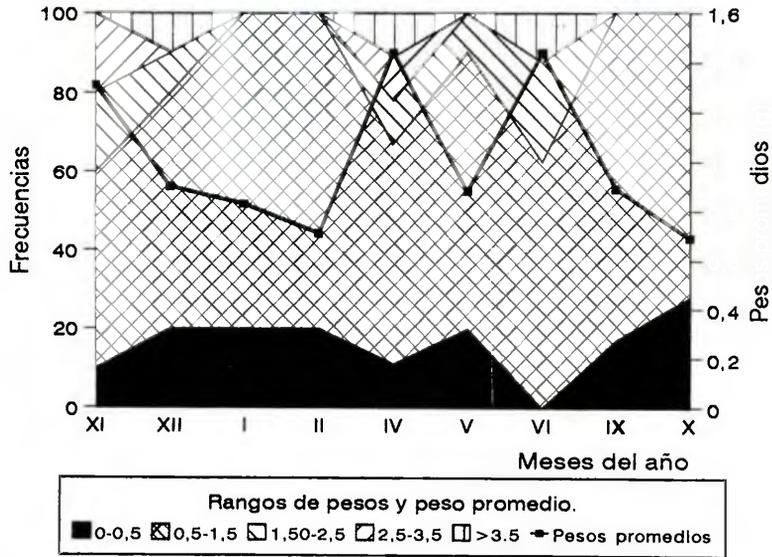


Figura 4: Pesos promedio de talos de *Gracilaria gracilis* por fecha de muestreo en bahía Melo. Distribución de frecuencias y promedio general.

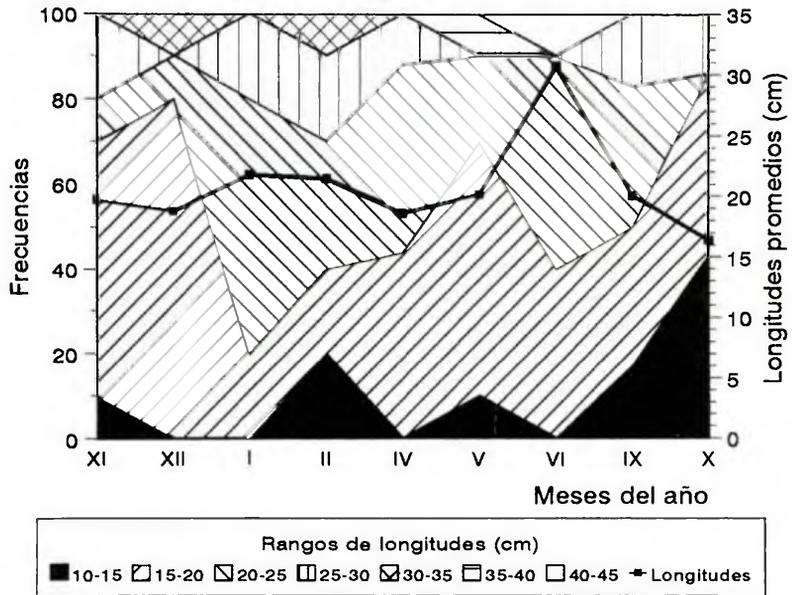


Figura 5: Longitudes promedio de los talos de *G. gracilis* por fecha de muestreo en bahía Melo. Distribución de frecuencias y promedio general.

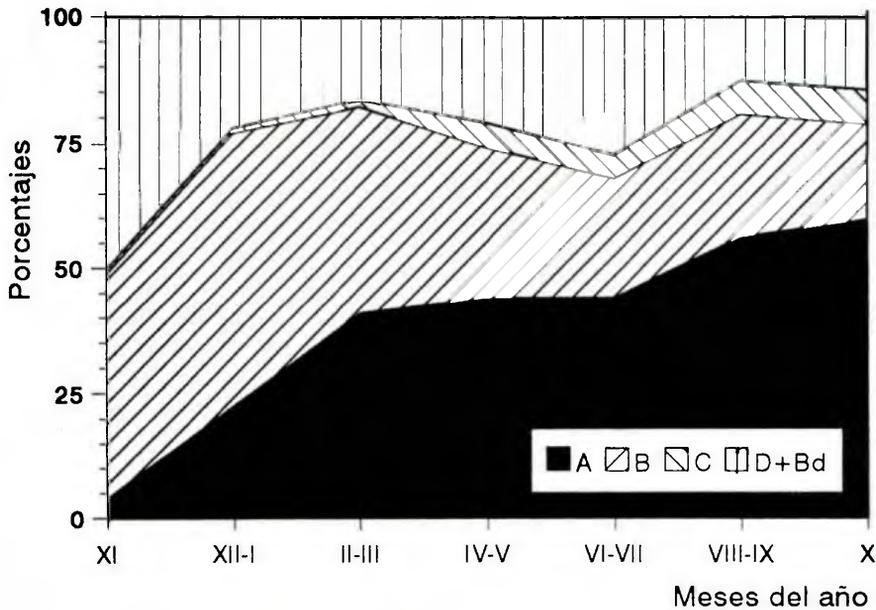


Figura 6: Variación en los porcentajes de los tipos morfológicos.

En el RDA, los tipos A y C se hallan correlacionados, asociándose la abundancia de ambos tipos a los meses de septiembre y octubre.

Los tipos de talos más ramificados, D y Bd y el tipo B disminuyen en proporción desde sus máximos en noviembre y diciembre-enero de 1986 respectivamente, hasta octubre del siguiente año. En el RDA el tipo B se correlaciona con las u.m. de enero-diciembre, con temperaturas máximas del aire, vientos del sur, salinidades y concentración de fosfatos elevados. El tipo D (y Bd) se asocia en el RDA a las u.m. de noviembre y diciembre y a pesos individuales y fosfatos elevados.

Brotación

La presencia de pequeñas râmulas laterales y de la brotación de los ápices rotos fueron consideradas indicadoras de que, dadas las circunstancias favorables, las plantas están en condiciones de rápido crecimiento vegetativo a partir de las mismas. En esta localidad en particular la proporción de plantas con brotes laterales es siempre muy alta, no bajando nunca del 30% y alcanzando en octubre-87 el 100% de plantas con brotes laterales en todas las unidades muestrales (fig. 7a). En noviembre y diciembre de 1986 se observaron los valores más bajos en porcentajes de plantas con

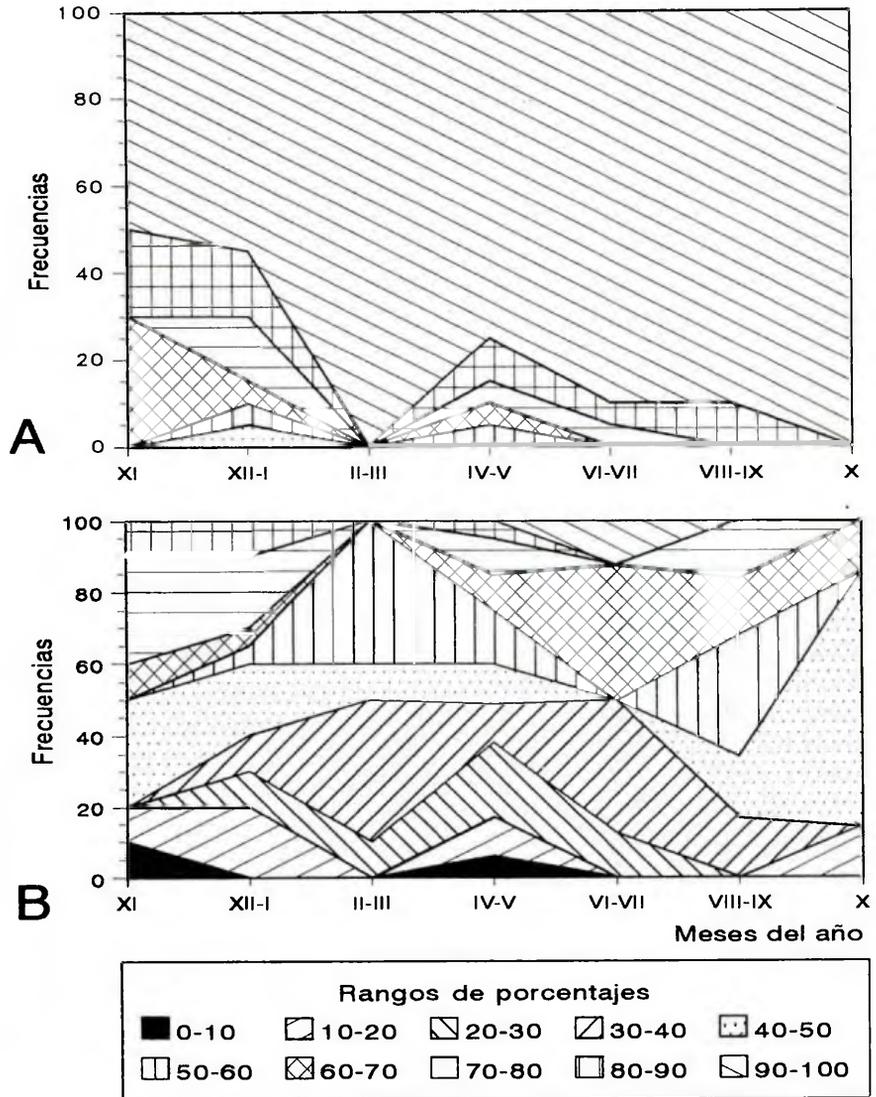


Figura 7: A, Distribuciones porcentuales de frecuencia de plantas con brotes laterales. B, Distribuciones porcentuales de frecuencia de plantas con brotes apicales.

rámulas laterales, ya que en esas fechas los brotes se han desarrollado en ramas; durante los meses de invierno las plantas se van fragmentando y comienzan a rebrotar en primavera.

La proporción de plantas con brotes apicales no es tan marcada y su variación es irregular (fig. 7b).

En el triplot RDA el porcentaje de brotes laterales (prl) se halla asociado a concentraciones altas de nitratos y a las u.m. de mayo. El mayor porcentaje de plantas con brotes apicales (pra) se halla asociado a porcentajes altos de plantas con base, fondos de pedregullo y altas biomásas de acompañantes y se opone a las altas profundidades y períodos luminosos más cortos, con lo cual podría tratarse de un mecanismo mediado por la intensidad o calidad de la luz.

Reproducción

El porcentaje de plantas cistocárpicas y masculinas maduras fue muy bajo y el porcentaje de plantas con tetrasporas no superó el 25% (fig. 8). En el análisis de redundancia ambos tipos reproductivos se hallan correlacionados positivamente. Las plantas cistocárpicas se asocian a las u.m. del mes de septiembre, alto índice de epifitismo, precipitaciones elevadas y bajas temperaturas y abundancia del tipo morfológico C. En tanto que las plantas tetraspóricas

se hallan asociadas a altos porcentajes del tipo morfológico A, de plantas con brotes laterales y altas concentraciones de nitratos.

El porcentaje más alto de plantas con base presente (fig. 9), que consideramos indicación de reclutamiento a partir de esporas se asocia en el RDA a las u.m. de febrero.

Factores ambientales

En la Figura 10 se ilustran las variaciones en la concentración de nutrientes.

Los nitratos variaron entre 0,0 y 1,56 $\mu\text{g at./l}$ y los nitritos entre 0,065 y 0,56 $\mu\text{g at./l}$, observándose los máximos de ambos en mayo de 1987. En el RDA la mayor concentración de nitratos se halla asociada asimismo a las u.m. de mayo; la concentración de nitritos es redundante respecto de ésta y no fue utilizada en el RDA.

Los valores promedios de fosfatos variaron entre 0,82 y 2,73 $\mu\text{g at./l}$ observándose los más elevados en noviembre y diciembre de 1986 y enero de 1987; las concentraciones más altas de fosfatos se asocian en el RDA a salinidades altas, vientos provenientes del sector sur y a las u.m. de noviembre, diciembre y enero.

Los vientos predominantes son los del cuadrante SW y en menor medida del SE, los meses más ventosos se hallaron entre noviembre de 1986 y febrero de

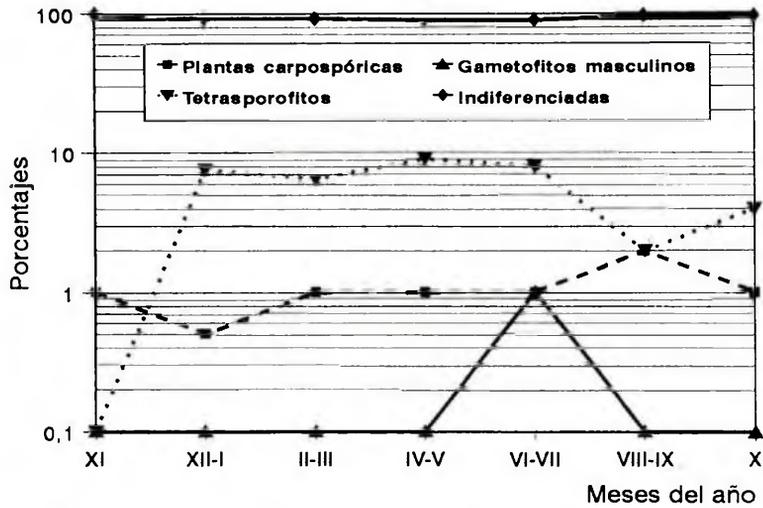


Figura 8: Porcentaje de plantas en diferentes estadios: tetrasporofitos, gametofitos masculinos, carpospóricas e indiferenciadas.

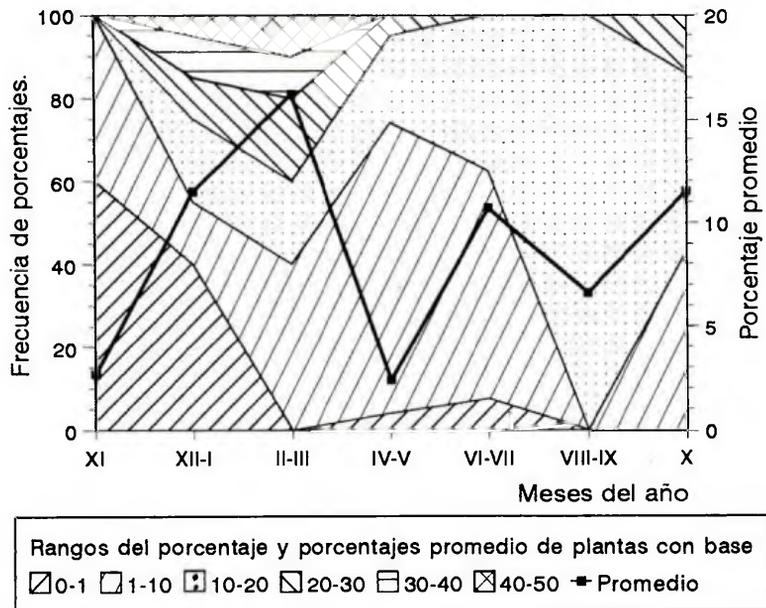


Figura 9: Porcentaje de plantas con presencia de base.

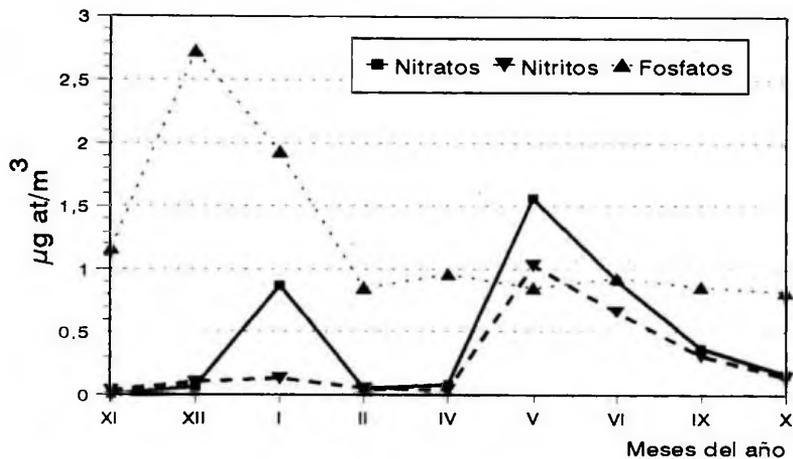


Figura 10: Variaciones en la concentración de nutrientes.

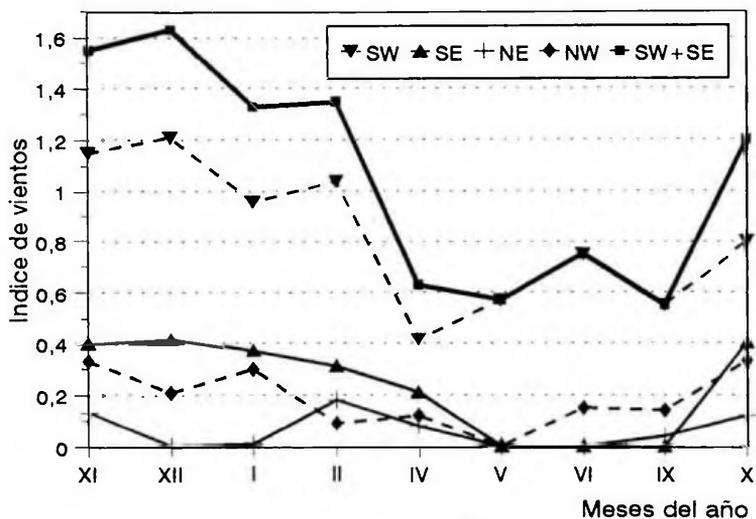


Figura 11: Variaciones en los índices de viento de los cuatro cuadrantes y de la suma de vientos del SE y SW (utilizada en el RDA).

1987 (fig. 11). El factor vs (vientos del sur) resultó de acuerdo al RDA estar correlacionado con la salinidad, concentración de fosfatos y con las u.m. de noviembre, diciembre y enero.

En la Figura 12 se ilustran las variaciones de nubosidad, precipitaciones y salinidad. Los máximos de precipitaciones se dan en septiembre-octubre de 1987; en el RDA, las u.m. de septiembre y octubre se hallan correlacionadas con valores altos de precipitaciones. Los valores más altos de salinidad se registraron en los meses de verano, coincidiendo con la imagen presentada por el RDA.

En la Figura 13 se muestran los máximos, mínimos y promedios de la temperatura del aire para cada período previo a las fechas de muestreo y la temperatura del agua en superficie en las fechas de muestreo. Los meses de mayores temperaturas, irradiaciones y longitudes del período luminoso (fig. 14) coinciden con la acumulación de biomasa.

Distribución espacial y temporal de la biomasa de *Gracilaria*

La pradera está limitada por las isolíneas de 2,5 m y 8,5 m de profundidad en marea media. La distribución de profundidades y sustratos en el área de estudio se muestran en las figuras 1 y 2 respectivamente. La zona más estable de bahía Melo en cuanto a

la permanencia de densidades relativamente altas de *Gracilaria* es la oriental y la más inestable es la zona norte, en la que se registraron los promedios menores de biomasa registrados. En el RDA se aprecia algo de correlación de la biomasa con la presencia de pedregullo respecto de los sitios puramente de arena - limo y en mayores profundidades.

Las variaciones temporales de la biomasa promedio de *Gracilaria*, junto con las variaciones en frecuencias de las diferentes clases de abundancia se muestran en la Figura 15, con valores máximos, de hasta 3,9 Kg/m² en los meses de verano. La variación de biomasa es marcada tanto entre sitios como en cada sitio para diferentes fechas. En el RDA las mayores biomasa se asocian a altas salinidades y altas temperaturas, vientos del cuadrante sur y plantas de tipo B, apareciendo en el triplot asociadas a las u.m. de verano. La biomasa se relaciona en cambio negativamente con el tipo C, las plantas cistocárpicas, el índice de epifitismo y los largos individuales, no existiendo aparentemente relación con los pesos individuales.

Acompañantes y epífitos

Gracilaria se encuentra acompañada por una cantidad importante de otros organismos, principalmente algas, ascidias y poliquetos. Algunos de estos organismos

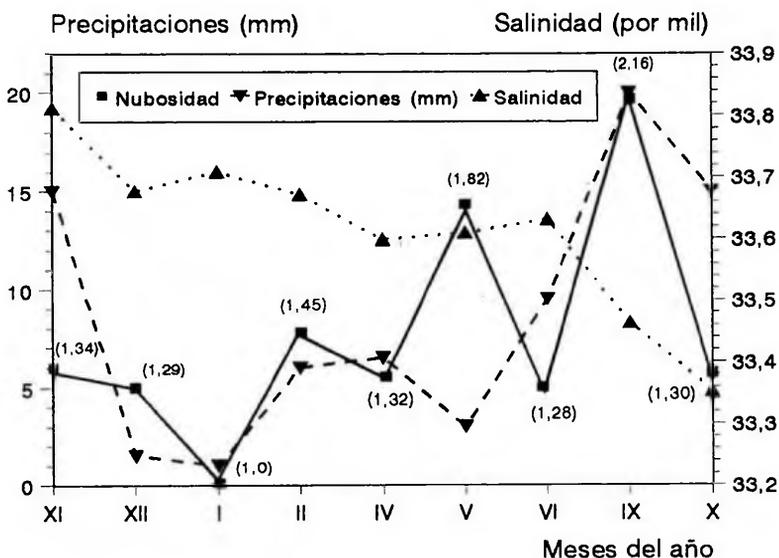


Figura 12: Variaciones en las precipitaciones (mm de lluvia), salinidad (por mil) y nubosidad (IN: valores entre paréntesis).

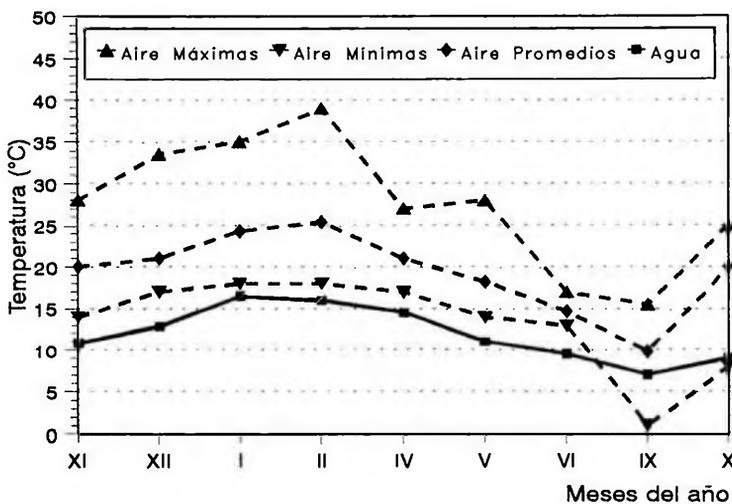


Figura 13: Variaciones de la temperatura del agua (Estación 7) y de la temperatura del aire (promedios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias del aire).

son epífitos, otros sirven como sustrato o anclaje, o compiten por el sustrato, la luz y los nutrientes. Tal variedad de interrelaciones no puede ser analizada con detalle a través de un análisis global como el presente, por lo que nos limitamos a evaluar la variación de la biomasa total de los acompañantes (fig. 16). Los acompañantes se relacionan en el RDA con las temperaturas altas, altas biomásas de *Gracilaria* y con los fondos de pedregullo.

Por otra parte se desarrolla sobre *Gracilaria* un epifitismo de diatomeas y otras algas filamentosas pequeñas, no separables de los talos de la misma, el cual se evaluó a través del índice de epifitismo (epi), cuyas variaciones en promedio y distribución de frecuencias en las unidades muestrales se muestran en la figura 17: los valores menores del índice coinciden con los meses de verano. En el RDA el índice de epifitismo (epi) se asocia a las plantas de mayor longitud y a las cistocárpicas, a bajas temperaturas y precipitaciones elevadas.

DISCUSION

Los objetivos de este trabajo fueron:

- a. Caracterizar el habitat del alga en la localidad.
- b. Obtener las características fenológicas de la población en el período del estudio.

- c. Realizar un análisis exploratorio de las relaciones entre la población y los factores ambientales.

- d. Analizar la importancia relativa de los mecanismos de propagación o reproducción para el mantenimiento de la población en la localidad.

A pesar de ser *Gracilaria gracilis* una de las especies más citadas del género, la información acerca de su biología y ecología es a veces contradictoria, lo que se debe en parte a que información oportunamente referida a esta especie correspondía a otras especies posteriormente descritas (Mc Lachlan & Bird, 1986). Las poblaciones presentes en la costa argentina tienen una alta afinidad genética con las *G. gracilis* europeas que corresponden a las localidades tipo de la especie (Bird & Rice, 1990; Destombe & Douglas, 1991).

Dada la variedad de factores involucrados potencialmente en la distribución y abundancia de las poblaciones de *Gracilaria* se prefirió un enfoque multivariado, ya que una especie permanecerá en una localidad si en la misma se dan en el espacio y en el tiempo un subconjunto de puntos del espacio multivariado ambiental compatible con las diferentes etapas de su ciclo de vida.

El análisis de redundancias efectuado muestra un panorama congruente, señalando variación a lo largo de un eje de naturaleza

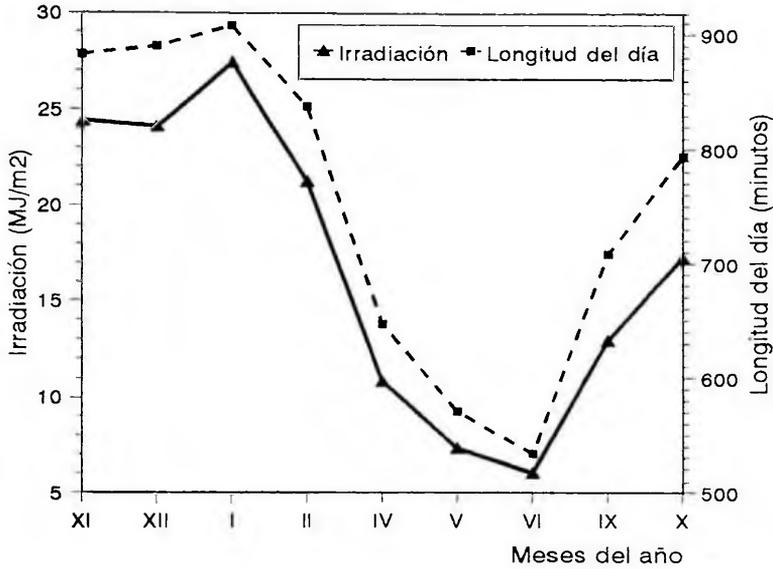


Figura 14: Irradiación promedio ($M J/m^2$) y longitud del día (minutos) durante el período de estudio.

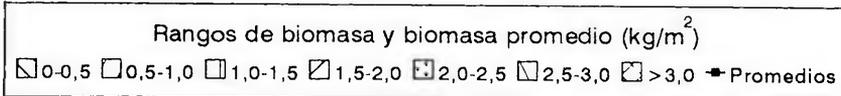
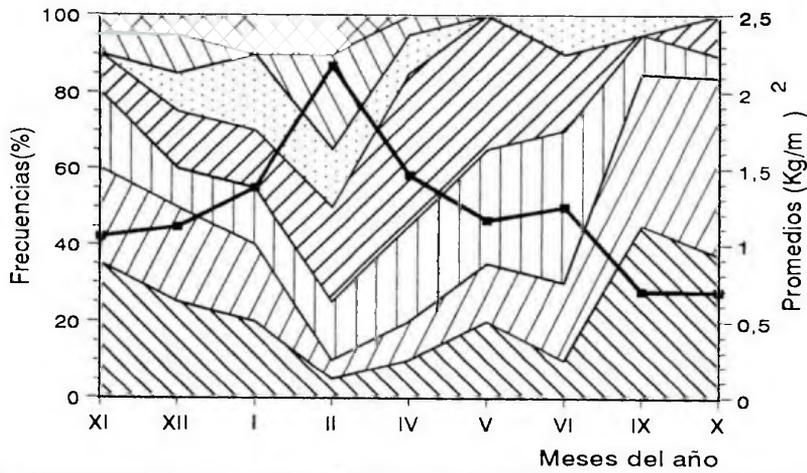


Figura 15: Distribuciones de frecuencia de biomasa húmeda de *Gracilaria* (g/m^2) y variación del promedio.

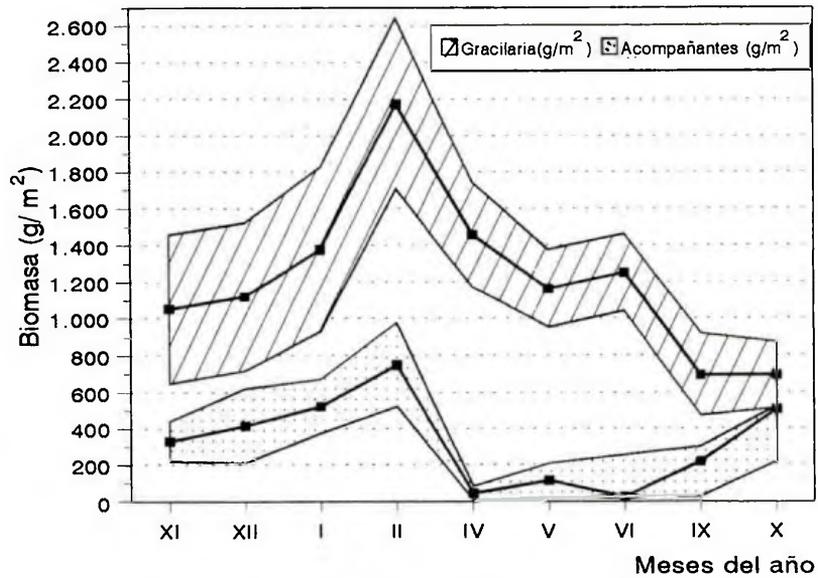


Figura 16: Variaciones en la biomasa promedio (g/m²) y límites de confianza del 95% de *Gracilaria* y de organismos acompañantes.

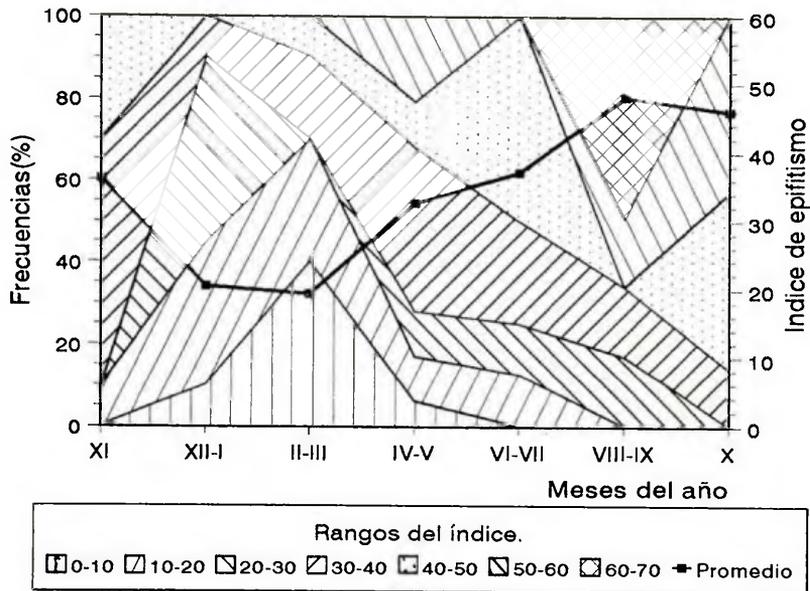


Figura 17: Distribuciones de frecuencia del índice de epifitismo.

temporal definido por las temperaturas (correlacionada con la cantidad de luz), salinidad, vientos y precipitaciones y con características biológicas como los tipos morfológicos y estados reproductivos.

La gran mayoría de las plantas presentes en la bahía Melo, aún aquellas con base, son mantenidas en su sitio por enterramiento en la arena; los fondos duros y fondos de fragmentos y pedregullo son relativamente más estables y pueden ser colonizados por otras especies que interfieren en el crecimiento con *Gracilaria*; esto se refleja en la alta correlación entre biomasa de acompañantes y fondos de pedregullo.

Las características que permiten a la población de *Gracilaria* adaptarse por un lado a los sustratos poco aptos para el asentamiento de esporas y por otro a las pérdidas de material por tormentas, que caracterizan a la bahía Melo, se relacionan con su capacidad de mantenerse en gran medida por fragmentación y crecimiento en condiciones de enterramiento.

La biomasa pasó en el período anual considerado de un promedio de 700 g m^{-2} a 2200 g m^{-2} , es decir unos $1,4 \text{ kg m}^{-2}$ o 14 Tm por há de producción neta en los meses de primavera-verano, esto indicaría una posible producción mínima de 5000 Tm húmedas en esta bahía, ya que Romanello *et al.* (1993) indican una superficie

total de la pradera de 350 há. ; los mismos autores observaron un standing crop total de 5302 Tm para abril de 1983.

En la localidad vecina de bahía Arredondo, es más importante la fracción reproductiva, tanto sexual como asexual de la población en los meses cálidos (Boraso de Zaixso, 1995). La fragmentación de los talos sería allí un proceso invernal, al igual que en bahía Melo, observándose las mayores biomásas en primavera-verano, siendo del orden de los 2 a 4 Kg m^{-2} , en tanto que en bahía Melo, durante el período estudiado se dieron en otoño, variando entre 1 y $2,5 \text{ Kg m}^{-2}$. En golfo Nuevo las variaciones de biomasa y tamaño de plantas ha sido relacionada principalmente con el ciclo reproductivo y la pérdida de biomasa por tormentas (Boraso de Zaixso, 1987).

Conover (1964), Edwards & Kapraun (1973) y Mac Lachlan & Bird (1986) discuten la importancia relativa de diferentes factores ambientales en las poblaciones de *G. gracilis*. Estos últimos autores resumen las características de varias poblaciones del género en referencia a su productividad y señalan como importantes los siguientes aspectos:

1. Limitación de la velocidad de crecimiento individual de los talos por altas densidades.

En nuestro caso las biomásas altas en el terreno no están correlacionadas negativamente con los

pesos individuales de las plantas, con lo cual se puede inferir que no se llega en general a una marcada competencia interespecífica, quizás por pérdidas de plantas antes de llegar a ese punto.

2. Capacidad de crecimiento de plantas desprendidas del sustrato y de mantenimiento de la población por propagación vegetativa.

Es evidente la importancia para la población de bahía Melo de los mecanismos de propagación vegetativa, pero no contamos con datos sobre crecimiento y/o supervivencia en condición desprendida.

3. Pérdidas de biomasa en fondos muebles si la agitación del agua sobrepasa los límites soportables por el mecanismo de arraigue, ya sea éste a partir de la estructura basal del alga, por enterramiento de parte del talo o por la colaboración de otros organismos, como los bisos de los mitílidos. Se observó en la población bajo estudio la dependencia de otros organismos para el arraigue de los fragmentos en crecimiento. Algunas de las relaciones observadas con poliquetos y con ascidias son positivas, ya que estos organismos actúan como anclaje efectivo del alga, lo que se refleja en un cierto grado de correlación entre biomasa de *Gracilaria* y acompañantes. El material que se desprende periódicamente de esta pradera forma arribazones lo suficientemente importantes para

ser comercializadas.

4. En adición, los autores mencionados señalan la importancia de nutrientes, temperatura, luz y dióxido de carbono, como limitantes del crecimiento.

Además de la correlación de la biomasa con altos niveles de temperatura y de luz los resultados muestran que en la época de mayor *standing crop* los fosfatos fueron abundantes. Sin embargo los valores de biomasa relativamente bajos, comparados con los de otras localidades cercanas, dan una idea de que puede existir en verano una limitación por nutrientes nitrogenados. Los procesos de brotación lateral y apical que median la reconstrucción de la biomasa parecen responder a diferentes combinaciones de factores ambientales, semejantes en lo referente a asociación a altos niveles de nutrientes nitrogenados, diferentes en cuanto a niveles acompañantes de luz y temperatura. La acción de los vientos puede ser negativa para la biomasa *in situ*, arrastrándola hacia la costa, o beneficiosa al promover movimientos del agua que aporten nutrientes. Esta última parece haber sido la situación durante el período de estudio por la marcada correlación entre vientos del sector sur y fosfatos, en contraposición a la alternativa de que los fosfatos fueran de origen continental y aportados por precipitaciones. Esta última posibilidad podría darse en cambio en

períodos de lluvias torrenciales.

La salinidad es importante para la definición del eje 1 del RDA, pero analizando sus valores se observa que estos varían temporalmente en forma insignificante comparada con la capacidad que usualmente se observa en esta especie para soportar cambios en concentración de sales. De todas formas se debería explorar la posibilidad de que esta población, adaptada a condiciones estables de salinidad, sea más sensible a cambios en la misma que otras poblaciones ubicadas cerca de desembocaduras de ríos o en lagunas costeras.

En resumen puede visualizarse un proceso de desarrollo con predominio de plantas tipos A y C desde abril a octubre en el que se incrementa la longitud y devienen fértiles, aunque en baja proporción comparadas con otras localidades. A este período sigue otro de predominio de plantas muy ramificadas y de pesos individuales relativamente altos en noviembre y diciembre, seguido por una etapa de acumulación de biomasa y máximo *standing crop* en enero y febrero. El reclutamiento en base a esporas sería posterior al máximo de plantas fértiles en septiembre-octubre y anterior al porcentaje de plantas con base presente, es decir, entre noviembre y enero, y, a juzgar por el RDA asociado a zonas con pedregullo antes que con arena.

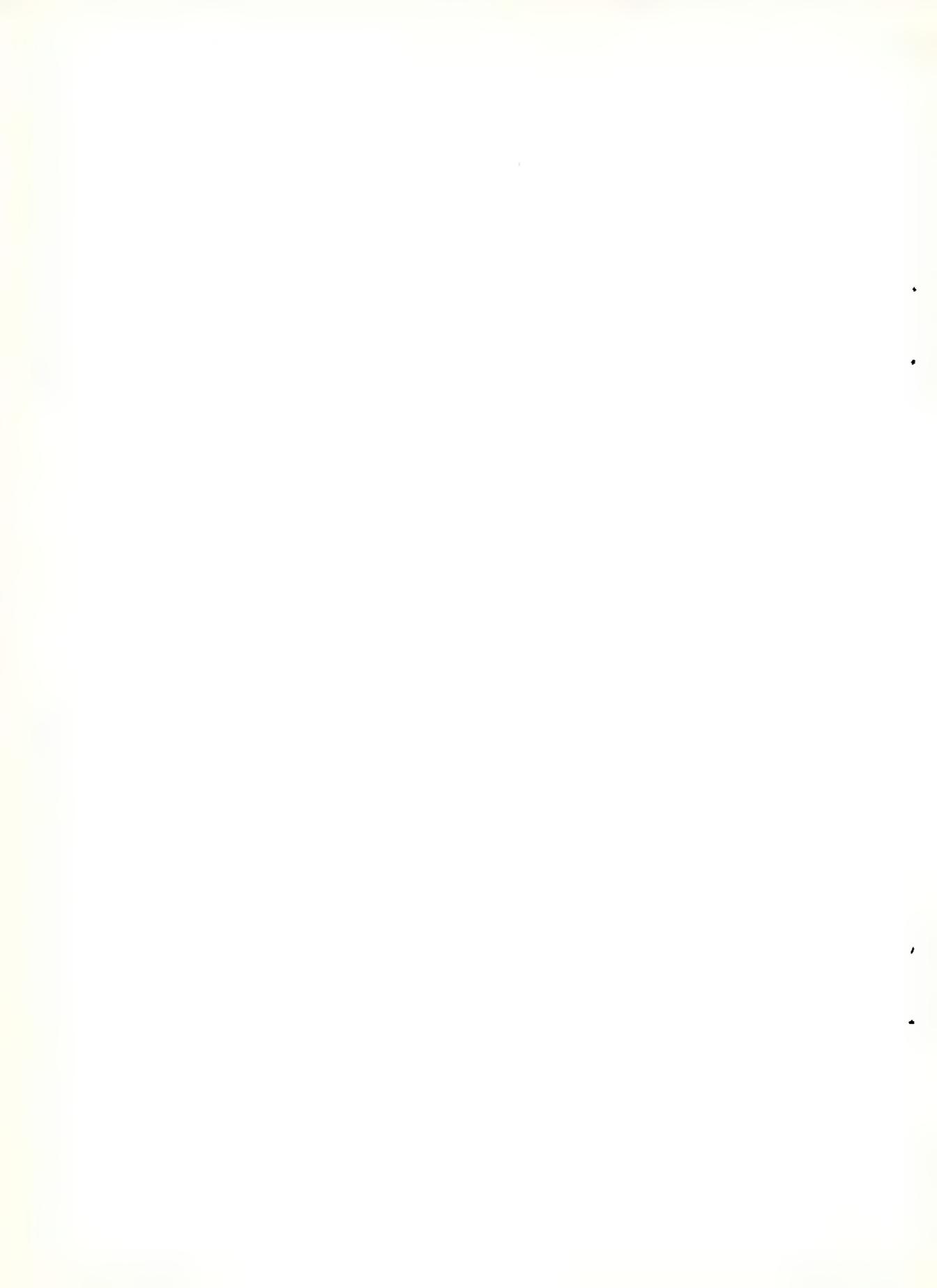
Agradecimientos: Se agradece a la empresa Patagonia Comercial y a su personal en bahía Melo, así como al personal técnico del Centro Nacional Patagónico por el invaluable apoyo brindado a nuestra labor.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Bird, C. J. & Rice, E. L. 1990. Recent approaches to the taxonomy of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) and the *Gracilaria verrucosa* problem. *Hydrobiologia* 204/205: 111-118.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1983. Ecología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la provincia del Chubut (Argentina). Tesis, Universidad Nacional de Buenos Aires, 172 pp.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1987. *Gracilaria verrucosa* in Golfo Nuevo, Chubut, Argentina. Biological parameters and environmental factors. *Hydrobiologia* 151/152: 239-244.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1989. Ecological considerations for the possibility of culturing *Gracilaria verrucosa* in Argentina. In E.C. de Oliveira & N. Kautsky (eds) Workshop (Univ. Sao Paulo - Int. Foundation for Science) Cultivation of Seaweeds in Latin America: 51-58.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1995. La población de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Bahía Arredondo (Chubut) Argentina. *Naturalia patagónica. Ciencias Biológicas*. 3 (1-2): 85-106.
- Boraso de Zaixso, A. L. & Kreibohm de

Boraso de Zaixso *et al.*: *Gracilaria gracilis* en bahía Melo.

- Paternoster, I. C. 1985 Demografía, reproducción y propagación en poblaciones de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de la provincia del Chubut (Rep. Argentina). I. Golfo Nuevo. Contrib. Centro Nacional Patagónico n° 99, 26 pp.
- Chatterjee, S. & Price, B. 1977. Regression analysis by example. John Wiley & Sons, New York, 228 pp.
- Conover, J. T. 1964. The ecology, seasonal periodicity and distribution of benthic plants in some Texas lagoons. Bot. Mar. 7: 4-41.
- Destombe, Ch. & Douglas, S. 1991 Rubisco spacer sequence divergence in the rhodophyte alga *Gracilaria verrucosa* and closely related species. Curr. Genet., 19 (5): 395-398.
- Edwards, P. & Kapraun, D. F. 1973. Benthic marine algal ecology in the Port Aransas area, Texas. Contrib. Mar. Sci. 17: 15-20.
- Kleibbaum, D. G., Kupper, L. L. & Muller, K. E. 1988. Applied regression analysis and other multivariable methods. Second Edition. Duxbury Press, Belmont, California, 718 pp.
- Mayer, A. M. S. 1981. Studies on *Gracilaria* sp in Bahía Arredondo, Chubut province, Argentina. Proc. Intl. Seaweed Symp. 10: 705-710.
- McLachlan, J. & Bird, C. J. 1986. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and productivity. Aquatic Botany 26: 27-49.
- Romanello, E.; Arnoldi, G, García H.; Taylor, R & Medina, M. 1993. Evaluación del área y biomasa de la pradera de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en la Bahía Melo, provincia del Chubut, Argentina. Naturalia patagónica, Ser. Ciencias Biológicas 1 (2): 111-114
- ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO, a program for canonical community ordination by partial, detrended, and canonical correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science. Statistics Department Wageningen, 86 pp.
- ter Braak, C. J. F. 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. TNO Institute of Applied Computer Science. Statistics Department Wageningen, 34 pp.
- ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. In R. H. G. Jongman, C. J. F. ter Braak & O. F. R. van Tongeren (eds) Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge Univ. Press: 91-173.



**TALLA DE PRIMERA MADUREZ DE MERLUZA
(*MERLUCCIUS HUBBSI*) EN EL AREA DE ISLA
ESCONDIDA, PATAGONIA (DICIEMBRE 1989 - ENERO
1994).**

**Size at first maturity of hake (*Merluccius hubbsi*) in Isla
Escondida area, Patagonia (December 1989 - January
1994).**

Ana E. Ruiz y Ricardo R. Fondacaro

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia.
Belgrano 504, segundo piso, (9100) Trelew, provincia de Chubut,
Argentina.

RESUMEN

La merluza, *Merluccius hubbsi*, es la especie demersal clave en el sistema económico pesquero de Patagonia, Argentina. Con la finalidad de brindar información útil para su manejo, se estudió la talla de primera madurez del efectivo pesquero de Patagonia norte y central durante su concentración en el área de puesta, denominada isla Escondida. Se emplearon muestras de desembarques de la flota costera de Puerto Rawson, que operó en este área durante cinco temporadas de pesca entre diciembre de 1989 y enero de 1994. Se analizaron 1479 peces cuyas tallas variaron entre 28 y 63 cm. Empleando los estadios de madurez gonadal macroscópicos se aplicó el método de Udupa para estimar la talla media de primera madurez, la que fue 36,19 cm en hembras y 34,70 cm en machos, para todo el período estudiado y cuyos

límites de confianza fueron 35,86 cm, 36,52 cm para hembras y 34,31 cm, 35,10 cm para machos. Al analizar las tallas medias de primera madurez por temporada de pesca, en ambos sexos, no se observaron tendencias a lo largo del tiempo que comprende el estudio.

Palabras clave: merluza, talla de primera madurez, área de puesta, Patagonia.

ABSTRACT

The hake, *Merluccius hubbsi*, is the most important species in the economic system of Patagonia, Argentina. The size at first maturity of North and Central Patagonian unit stock was studied by sex during its aggregation in the spawning ground, called Isla Escondida. From December 1989 to January 1994, samples were taken from fish landed by the commercial fleet at Rawson Port, during five fishing periods. The Udupa's method was used to estimate average size at first maturity which was 36.19 cm for females and 34.70 cm for males. The confidence limits for the whole studied period were 35.86 cm, 36.52 cm for females and 34.31 cm, 35.10 cm for males. There were not any discernible trends in the sizes at first maturity, for females or males, during the studied period.

Key words: hake, size at first maturity, spawning ground, Patagonian waters.

INTRODUCCION

La merluza (*Merluccius hubbsi* Marini) es la especie demersal clave en el sistema económico pesquero de la región patagónica, Argentina. Posee distribución amplia con distintas áreas de puesta, y con un comportamiento reproductivo caracterizado por desoves parciales sucesivos con intervalos breves (Angelescu & Prenski, 1987; Louge & Christiansen, 1992; Cousseau, 1993).

El efectivo pesquero de Patagonia norte y central, comprendido entre los 43° y 48° S, efectúa el desove más intensivo en primavera en el área de isla Escondida (Ciechowski *et al.*, 1983; Perrotta & Sánchez, 1992; Ehrlich & Ciechowski, 1994; Gutiérrez *et al.*, 1995). En este área la maduración gonadal comienza en invierno (julio), progresa durante la primavera mientras va produciéndose una importante agregación de repro-

ductores, efectuándose la puesta entre fines de noviembre y principios de diciembre. Luego, y hasta finalizar enero los adultos presentan gónadas en estadio de post-puesta, iniciando el desplazamiento hacia otras zonas tróficas (Fondacaro & Ruiz, 1993 a).

El comienzo de la madurez sexual es una transición crítica en la vida de un individuo. Antes, asigna el tiempo y los recursos sólo a crecimiento y sobrevivencia. Después, hay un conflicto potencial entre asignar el tiempo y los recursos a reproducción o a crecimiento y sobrevivencia. La resolución de este conflicto derivará en patrones de asignación los cuales maximizan el número de puestas producidas en la vida del individuo bajo determinadas condiciones ambientales (Wootton, 1990). Además, en una pesquería, el hombre puede determinar la talla o edad de primera captura mediante la selectividad de las artes de pesca, antes o después de la talla o edad de primera madurez, constituyendo parámetros claves para su administración. Por ello, este trabajo tiene por objetivos calcular la talla media de primera madurez de hembras y machos del efectivo pesquero concentrado en la citada área durante una serie histórica, relacionarlas con la edad y cotejar estos resultados con los de otros autores.

AREA DE ESTUDIO

En el área de isla Escondida, rige una veda pesquera que desde 1976 hasta 1994, estuvo comprendida entre $43^{\circ} 30'$, $44^{\circ} 30'$ S, la costa y el meridiano 64° W, a partir del 1 de octubre al 31 de enero (fig. 1). No obstante se exceptuó a una veintena de barcos de la flota costera de Puerto Rawson, los que operaron cada año durante la denominada temporada de pesca, de octubre a febrero. Se autoriza a estos barcos, porque dada su envergadura, no tienen otra alternativa de pesca, por su escasa incidencia en el recurso total, y porque al proveer materia prima a plantas radicadas en tierra generan un número importante de puestos de trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Para obtener las muestras se seleccionó un período que excluyera la presencia de adultos que reiniciarían la maduración gonadal, pues podían producir sobreestimaciones en el cálculo de talla de primera madurez. Por ello entre el 15 de diciembre y el 31 de enero, desde 1989 a 1994, se extrajo al azar un cajón de peces con un peso total de 40 kg, de la captura de un barco, con una frecuencia semanal que dependió de la dinámica de la actividad pesquera.

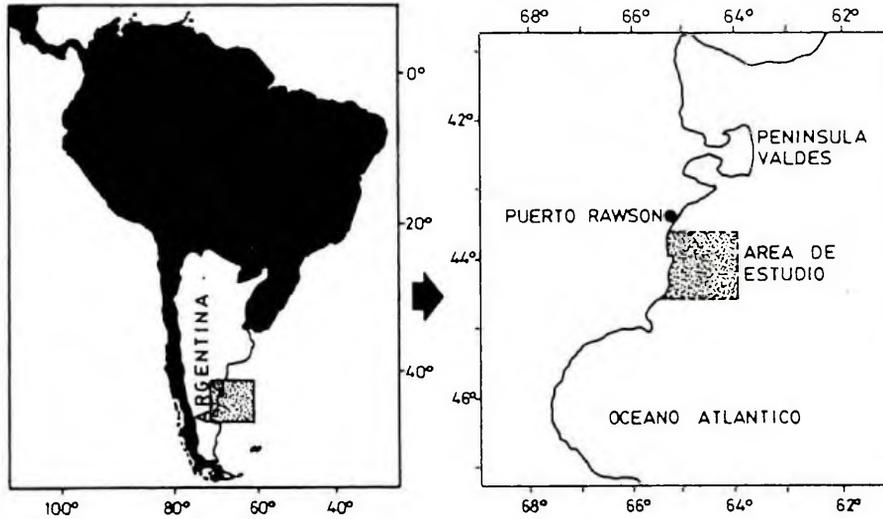


Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

Se muestreó el pescado fresco en plantas procesadoras. Se tomó la longitud total de los peces (LT) al cm inferior más cercano. Se identificó sexo y estadio de madurez gonadal según la escala definida por Christiansen & Cousseau (1971) resumida a continuación: I: virginal, II: premadurez virginal, III: maduración incipiente, IV: maduración avanzada, V: maduración total, VI: postpuesta, VII: reversión gonadal.

La talla media de primera madurez fue estimada por sexos para cada período de pesca y para todos los períodos juntos.

Se empleó el método propuesto por Udupa (1986) que permitió estimar límites de confianza. Su aplicación requirió de los siguientes supuestos: que las muestras de cada período incluyeran todas las tallas posibles maduras e inmaduras, que la distribución de tallas fuera normal (o se aplicara transformación logarítmica), que la proporción de peces completamente maduros por intervalo variara entre 0 y 1.

Entonces el log de la talla de primera madurez (M) estuvo dado por:

$$m = x_k + x 2^{-1} - (x \sum p_i)$$

x_k = log de la última talla con el 100% de peces completamente maduros.

x = log del incremento de talla;
 $x = x_{i+1} - x_i$, $i = 1, 2, \dots, k-1$

x_0 = último log de talla sin peces completamente maduros.

r_i = número de peces completamente maduros en la clase de tallas i -ésima.

p_i = proporción de peces completamente maduros en la clase de tallas i -ésima.

$p_i = r_i n_i^{-1}$, para $i = 1, 2, \dots, k-1$

$q_i = 1 - p_i$

La talla media de primera madurez (M) estuvo dada por:

antilog (m) = M

Los límites de confianza (1 - α) dentro de los log de las tallas, si $\alpha = 0,05$ estuvieron dados por:

antilog [$m \pm (1,96 \times \sqrt{\sum_i (p_i (q_i n_i^{-1}) - 1)^{1/2}}$]

si $n_i \neq n_{i+1}$, para $i = 1, 2, \dots, k-1$

Los peces en estadios de maduración VI se computaron como completamente maduros junto a los peces en estadio V, ya que ambos habían completado la maduración.

RESULTADOS

Se tomaron para el análisis 1479 peces en total, con rango entre 28 y 63 cm, habiéndose descartado aquellos valores aislados fuera del conjunto de datos (outliers).

La talla media de primera madurez estimada fue 36,19 cm en hembras y 34,70 cm en machos para los cinco períodos juntos, con límites de confianza (95 %) de 35,86 cm - 36,52 cm para hembras y 34,31 cm - 35,10 cm para machos (Tablas I y II).

Los valores extremos de tallas medias de primera madurez, en hembras se alcanzaron en el período 1991-92 con 36,10 cm y en 1993-94 con 39,41 cm. Los límites de confianza extremos fueron 34,25 cm y 39,95 cm, correspondiendo respectivamente a dichas medias. En machos, los valores medios extremos estuvieron entre 34,06 cm para 1992-93 y 35,96 cm para 1990-91 y los límites de confianza extremos fueron 33,73 cm y 37,10 cm (fig. 2).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La talla media de primera madurez estimada es menor en machos que en hembras. También cuando se relacionan estos valores medios con la curva teórica de edad y crecimiento estimada por Fondacaro & Ruiz (1994), surge

Ruiz & Fondacaro: Talla de primera madurez en merluza

Tabla I: Cómputos para estimar la talla de primera madurez en hembras de merluza del área de isla Escondida, durante cinco periodos (diciembre-enero, 1989-1994), con límites de confianza.

Clases de tallas (mm)	Talla media (mm)	Log de talla media (x_i)	n_i	Frecuencia de Estadios						Proporción				
				I	II	III	IV	V-VI	$(r_i)^*$	r_i	$x_{i+1}-x_i$	$1-p_i$	$p_i-q_i/n-1$	
28-29,9	28,95		1	0	1	0	0							
30-31,9	30,95		4	0	2	2	0							
32-33,9	32,95	1,5179	13	0	6	6	1	0	0	0,0256	1	0		
34-35,9	34,95	1,5434	39	1	24	6	0	8	0,21	0,0242	0,79	0,0043		
36-37,9	36,95	1,5676	61	0	22	7	1	31	0,51	0,0229	0,49	0,0042		
38-39,9	38,95	1,5905	94	0	9	9	0	76	0,81	0,0217	0,19	0,0017		
40-41,9	40,95	1,6123	138	0	2	9	0	127	0,92	0,0207	0,08	0,0005		
42-43,9	42,95	1,6330	129	0	0	3	1	125	0,97	0,0198	0,03	0,0002		
44-45,9	44,95	1,6527	119	0	0	8	0	111	0,93	0,0189	0,07	0,0005		
46-47,9	46,95	1,6716	112	0	0	2	0	110	0,98	0,0181	0,02	0,0002		
48-49,9	48,95	1,6898	92	0	0	0	0	92	1	0,0174	0	0		
50-51,9	50,95	1,7071	47	0	0	0	0	47	1	0,0167	0	0		
52-53,9	52,95	1,7239	13	0	0	0	0	13	1	0,0161	0	0		
54-55,9	54,95	1,7400	9	0	0	0	0	9	1	0,0155	0	0		
56-57,9	56,95	1,7555	5	0	0	0	0	5	1	0,0150	0	0		
58-59,9	58,95	1,7705	6	0	0	0	0	6	1	0,0145	0	0		
60-61,9	60,95	1,7850	1	0	0	0	0	1	1	0,0140	0	0		
62-63,9	62,95	1,7990	1	0	0	0	0	1	1		0	0		
			884							13,33	0,0187	0,0116		

*Peces maduros

$$M = 36,19 \text{ mm}$$

Límite superior = 36,52 mm

Límite inferior = 35,86 mm

Ruiz & Fondacaro: Talla de primera madurez en merluza

Tabla II: Cómputos para estimar la talla de primera madurez en machos de merluza del área de isla Escondida, durante cinco períodos (diciembre-enero, 1989-1994), con límites de confianza.

Clases de tallas (mm)	Talla Media (mm)	Log de talla media (x_i)	Frecuencia de Estadios (n_i)	Frecuencia de Estadios						Proporción			
				I	II	III	IV	V-VI	(r_i)*	r_i	$x_{i+1}-x_i$	$1-p_i$	$p_i-q_i/n-1$
									(p_i)	(x)	(q_i)		
28-29,9	28,95		1	1	0	0	0						
30-31,9	30,95	1,4907	4	0	3	1	0	0	0	0,0272	1	0	
32-33,9	32,95	1,5179	31	0	5	19	1	6	0,19	0,0256	0,81	0,0052	
34-35,9	34,95	1,5434	61	0	9	23	5	24	0,39	0,0242	0,61	0,0040	
36-37,9	36,95	1,5676	89	0	3	9	4	73	0,82	0,0229	0,18	0,0017	
38-39,9	38,95	1,5905	134	0	1	5	2	126	0,94	0,0217	0,06	0,0004	
40-41,9	40,95	1,6123	141	0	0	3	3	135	0,96	0,0207	0,04	0,0003	
42-43,9	42,95	1,6330	89	0	0	2	0	87	0,98	0,0198	0,02	0,0002	
44-45,9	44,95	1,6527	30	0	0	1	0	29	0,97	0,0189	0,03	0,0011	
46-47,9	46,95	1,6716	12	0	0	0	0	12	1	0,0181	0	0	
48-49,9	48,95	1,6898	3	0	0	0	0	3	1		0	0	
			595							7,25	0,0221	0,0129	

*Peces maduros

$$M = 34,70 \text{ mm}$$

Límite superior = 35,10 mm

Límite inferior = 34,31 mm

que los machos alcanzaron esta talla alrededor de los dos años de edad, y las hembras alrededor de los tres años de edad. Estas diferencias entre los sexos, de talla de primera madurez y edad en la cual podrían alcanzar dicha talla, se relacionaría con la tasa de crecimiento, que es mayor en los machos.

Las tallas medias de primera madurez estimadas para cada período no mostraron tendencias en orden cronológico que pudieran relacionarse con la pesca. Esta ausencia de tendencias también fue observada en tallas y pesos de capturas desembarcadas en Rawson durante la misma serie histórica (Fondacaro & Ruiz, 1993 b y

Ruiz & Fondacaro: Talla de primera madurez en merluza

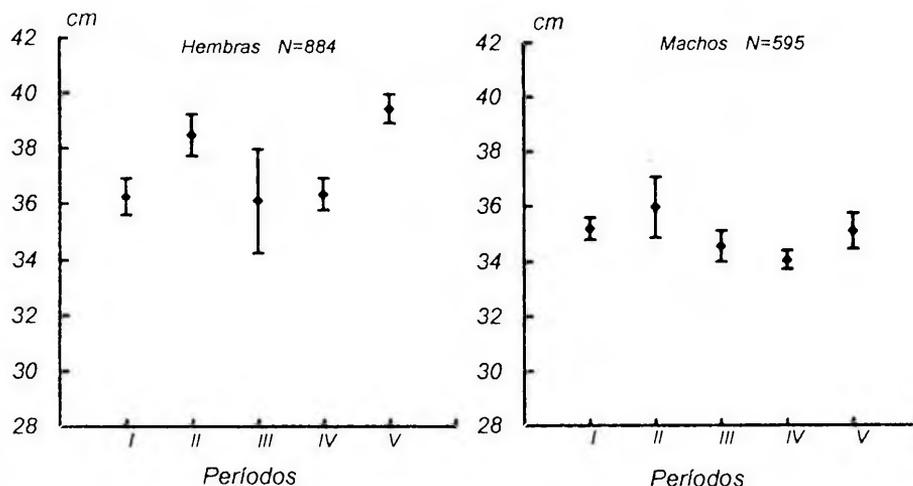


Figura 2: Talla media de primera madurez y sus intervalos de confianza en merluza del área de Isla Escondida, por sexos y temporada de pesca.

1996; Ruiz & Fondacaro, 1995).

Las variaciones en las tallas medias de primera madurez observadas entre períodos, podrían atribuirse a que la flota pesquera hubiera actuado sobre diferentes grupos de tallas en cada período. Por ello, las tallas medias de primera madurez estimadas para toda la serie histórica considerada, 36,19 cm para hembras y 34,70 cm para machos, serían más representativas del efectivo pesquero presente en el área.

Al comparar estos resultados con otros hallados a partir de muestras obtenidas en cruceros de investigación, se observa que si bien las tallas medias de primera madurez de hembras y machos obtenidas en este trabajo podrían estar sobrestimados por proceder

de muestreos de desembarques, son muy cercanos a los estimados por Simonazzi & Otero (1986): 37,0 cm para hembras y 33,7 cm para machos. En cambio existen marcadas diferencias con los obtenidos para la merluza del sector uruguayo-bonaerense, por el Grupo de Trabajo de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (1989; según Bezzi *et al.*, 1995), siendo 34,0, 34,16, 34,38 cm para hembras y 30,39, 30,38 y 30,43 cm para machos. Estas diferencias podrían deberse a diversas causas, entre ellas, obtención de las muestras de desembarques y crucero de investigación, variaciones genético-ambientales entre los dos efectivos pesqueros considerados, o que ambos efectivos estuvieron

expuestos a distintas presiones pesqueras.

BIBLIOGRAFIA

- Angelescu, V. & Prenski, L. 1987. Ecología trófica de la merluza del mar Argentino (*Merlucciidae*, *Merluccius hubbsi*) Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, 561: 1-205.
- Bezzi, S., Verazay, G. A. & Dato, C. V. 1995. Biology and fisheries of Argentine hakes (*M. hubbsi* and *M. australis*). En J. Alheit and T. J. Pitcher (ed.), Hake. Fisheries, ecology and markets. Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 15, London: 230-267.
- Christiansen, H. & Cousseau, M. 1971. La reproducción de la merluza y su relación con otros aspectos biológicos de la especie. Bol. Inst. Biol. Mar. Mar del Plata 20:44-74
- Ciechowski, J., Sánchez, R., Lasta, C. & Ehrlich, M. 1983. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) y de merluza (*Merluccius hubbsi*). Evaluación de los efectivos desovantes y análisis de los métodos empleados. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, 432: 3-37.
- Cousseau, M. 1993. Las especies del orden gadiformes del Atlántico sudamericano entre 34° y 55° S y su relación con las de otras áreas. Frente Marítimo, Montevideo, 13: 108 pp.
- Ehrlich, M. & Ciechowski, J. de 1994. Reseña sobre la distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) basada en veinte años de investigaciones. Frente Marítimo, Montevideo, 15: 37-50.
- Fondacaro, R. & Ruiz, A. 1993 a. Biología reproductiva de la merluza común en el área de Isla Escondida. Actas de las Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar'91, Puerto Madryn, Chubut: 109-117.
- Fondacaro, R. & Ruiz, A., 1993 b. Composición de tallas y de pesos de los desembarques de merluza común del área de Isla Escondida. XVI Reunión Argentina de Ecología. Puerto Madryn, Chubut. Resúmenes: 166.
- Fondacaro, R. & Ruiz, A. 1994. Edad y crecimiento de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) en el área de Isla Escondida. Decimoprimer Simposio Científico y Tecnológico, Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Mar del Plata, Resúmenes: 3.
- Fondacaro, R. & Ruiz, A. 1996. Reconocimiento de vigilancia del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) en área de reproducción y cría patagónica. Temporada 1995-1996. III Jornadas Patagónicas de Medio Ambiente, Esquel, Chubut, Resúmenes: 55.
- Gutiérrez, L., Ruiz, A. & Sendín, M. 1995. Identificación del stock de merluza común presente en Isla Escondida. Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas, 3 (1-2): 11-23.
- Louge, E. B. & Christiansen, H. E. 1992. Dinámica reproductiva de la merluza *Merluccius hubbsi*

Ruiz & Fondacaro: Talla de primera madurez en merluza

- Marini 1933, durante su concentración estival de 1988 en la costa de Argentina. *Biología Pesquera*, 21: 3-14,
- Perrotta, R. & Sánchez, F. 1992. Una vez más acerca de la identificación de las poblaciones de merluza (*Merluccius hubbsi*) de la Plataforma Argentino - Uruguaya. *Frente Marítimo*, Montevideo, 12: 39-46.
- Ruiz, A. & Fondacaro, R. 1995. Variaciones temporales en la estructura de tallas de merluza común en área de reproducción patagónica. VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Mar del Plata. Resúmenes: 174.
- Simonazzi, M. A. & Otero, H. O. 1986. Aspectos de la estructura de población de la merluza común (*Merluccius hubbsi*). I. Largo y edad de primera madurez, relación largo-peso. *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar.*, Montevideo, 1 (1): 135-146.
- Udupa, K. S. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity in fishes. *Fishbyte*, Mangalore, India: 8-10.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London, 404 pp.

**OBSERVACIONES SOBRE EL CRECIMIENTO Y
BROTACION DE *GRACILARIA GRACILIS* (GRACILARIA-
LES, RHODOPHYTA) EN GOLFO NUEVO (CHUBUT,
ARGENTINA).**

**Observations on growth and branching of *Gracilaria
gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) in Nuevo Gulf
(Chubut, Argentina).**

Graciela N. Casas, Eduardo E. Romanello y Hugo García

Centro Nacional Patagónico, Boulevard Brown s/nº, (9120) Puerto
Madryn, Chubut, Argentina.

RESUMEN

Se analizó el crecimiento y la brotación de fragmentos de talo de *Gracilaria gracilis* colocados a 3,5 y 6,5 metros del fondo en golfo Nuevo (Chubut, Argentina). Se estudió la relación de los parámetros biológicos con los factores ambientales en distintas épocas del año. Se estableció que la mejor época para el crecimiento en biomasa y longitud es la de primavera-verano, con una tasa de crecimiento de hasta 4,4 % día⁻¹ y 2,8 % día⁻¹ respectivamente. En esta serie y en ambas profundidades, se observa una alternancia entre crecimiento en peso y longitud y la brotación. Por su parte, para la brotación, las mejores épocas son la de verano-otoño, con 5,217 brotes g⁻¹ y la de otoño-invierno con 4,20 brotes g⁻¹.

Palabras clave: algas marinas, *Gracilaria*, tasas de crecimiento, parámetros ambientales.

ABSTRACT

Growth and branching of *Gracilaria gracilis* fragments hanging at 3.5 and 6.5 meters from the bottom in Nuevo Gulf (Chubut, Argentina) were analyzed. Relationships between biological parameters and environmental factors in different seasons were studied. The highest growth in biomass and length was observed during spring-summer, when the growth rates were 4.4 % day⁻¹ and 2.8 % day⁻¹. It was clearly observed an inverse relationship between biomass and length growth rates and branching production. The best periods for branching are summer-autumn (5.217 branches g⁻¹) and autumn-winter (4.20 branches g⁻¹).

Key words: seaweeds, *Gracilaria*, growth rates, environmental factors.

INTRODUCCION

Gracilaria gracilis (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham es la única especie que se utiliza para la producción de agar en Argentina, encontrándose sus poblaciones más importantes en bahías protegidas del sur de la provincia del Chubut.

En trabajos sobre la especie, se estudiaron las características biológicas y ecológicas de las praderas naturales de bahía Arredondo (Mayer, 1981; Boraso de Zaixso, 1995), la población de golfo Nuevo (Borasos de Zaixso, 1983; Boraso de Zaixso & K. de Paternoster, 1984; Boraso de Zaixso, 1987) y la pradera de bahía Bustamante (Borasos de Zaixso *et al.*, 1989).

Asimismo se llevaron a cabo pruebas puntuales de crecimiento de inóculos en sistemas suspendidos (Borasos de Zaixso, 1984), las que consideramos oportuno

ampliar a todo un ciclo anual, incluyendo mediciones de varios factores ambientales, a fin de prever las respuestas de las poblaciones a determinadas acciones de manejo.

El objetivo del presente trabajo es verificar, en un sistema suspendido, las relaciones entre los aspectos dinámicos del crecimiento de *Gracilaria gracilis*, especialmente entre el peso y la longitud alcanzado por los fragmentos de talo y la formación de proliferaciones, discutiéndose además tales relaciones en función de algunos factores ambientales.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado de *Gracilaria gracilis* fue obtenido de la población natural de golfo Nuevo (42° 46' 22" S y 64° 58' 40" W).

Se seleccionaron trozos de talo de 10 cm de longitud inicial, libres de brotes y con ápice de crecimiento, los que se reunieron en paquetes de 10 fragmentos cada uno, atados con hilo de poliamida. Como dato de biomasa inicial se tomó la biomasa de cada paquete, dado que el peso de cada fragmento individual era muy bajo. Se colocaron tres paquetes en bolsas de polietileno las que fueron perforadas para facilitar la circulación de agua.

Frente a las instalaciones de la ex-"Estación Experimental golfo Nuevo", se fondearon en forma vertical 12 sogas boyadas con las bolsas perforadas amarradas, manteniéndose éstas últimas en dos niveles ubicados a 3,5 m y 6,5 m del fondo. En esta zona la profundidad en pleamar era de aproximadamente 13 m y en bajamar de 8 m; de este modo los niveles utilizados en este trabajo se asemejaron a las profundidades que tienen lugar en una pradera natural.

Las experiencias se desarrollaron en tres series, abarcando las distintas estaciones del año:

- **Primera serie:** 15/10/84 hasta 09/01/85 (primavera-verano).
- **Segunda serie:** 19/02/85 hasta 21/05/85 (verano-otoño).
- **Tercera serie:** 23/05/86 hasta 15/08/86 (otoño-invierno).

Cada una de las series tuvo una duración de 90 días. Se retiraron dos cuerdas cada 15 días y en laboratorio se registraron las siguientes variables biológicas por fragmento: longitud (cm), biomasa (g), número de brotes laterales y porcentaje de fragmentos brotados.

Se calculó el crecimiento promedio quincenal en biomasa como $W = WF - WI$ (donde WI: peso inicial promedio; WF: peso final promedio).

El crecimiento promedio quincenal en longitud como $L = LF - LI$ (donde LI: longitud inicial promedio; LF: longitud final promedio).

Las tasas relativas de crecimiento diario en longitud y biomasa, se calcularon de acuerdo a:

$$m = 100 \cdot \ln(MF/MI)/t \text{ (Hunt, 1978).}$$

donde MI es la medición inicial promedio (WI o LI), MF es la medición final promedio (WF o LF) y t es el número de días entre mediciones (15).

La brotación se analizó como brotes/gramo, indicando la brotación en el período de 15 días por gramo de planta.

Conjuntamente con el retiro de las cuerdas se tomaron muestras de agua en cada uno de los niveles de trabajo (3,5 y 6,5 m), con una botella oceanográfica tipo Van Dorn.

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

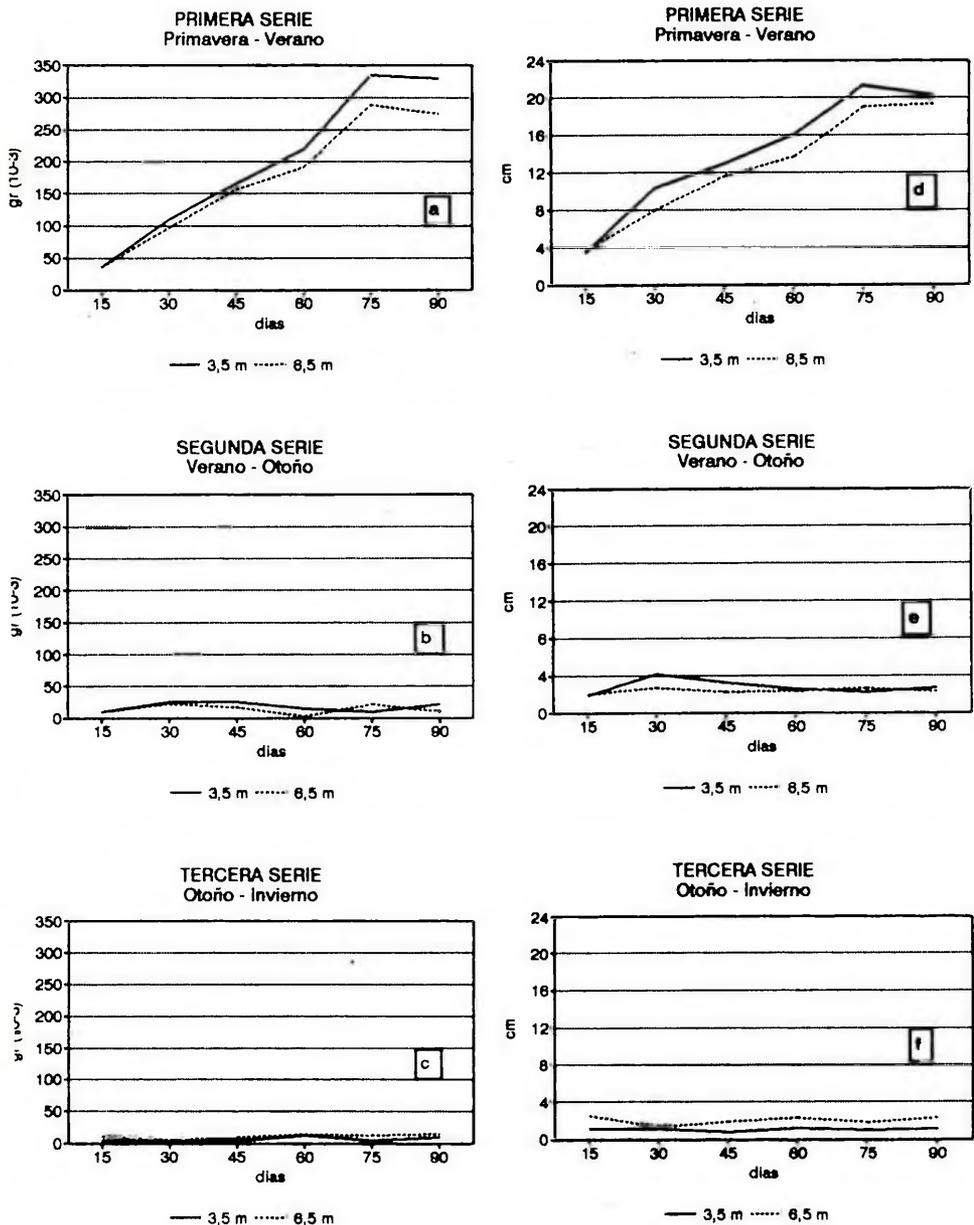


Figura 1: Series experimentales (a 3,5 y 6,5 m de distancia al fondo). Crecimiento promedio quincenal de los fragmentos, en peso (a-c) y longitud (d-f).

Las determinaciones de fosfatos, nitratos y nitritos se realizaron en el Servicio Centralizado de Química del Centro Nacional Patagónico, siguiendo la metodología indicada en Strickland & Parsons (1972).

Los factores ambientales que se registraron en cada fecha fueron temperatura del agua de mar en superficie, período luminoso (en minutos) y radiación global (en $K J m^{-2} día^{-1}$), estos últimos datos tomados de la Red Solarmétrica (Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, 1984 - 1986).

El porcentaje de luz que llega en pleamar y bajamar a cada uno de los niveles utilizados, se calculó en base a mediciones realizadas durante los trabajos de campo tomadas con un irradiómetro "Kahlsico" (modelo 268WB365). Este porcentaje se aplicó a los datos de radiación global registrados durante nuestras experiencias, estimándose de este modo el valor de radiación global que recibían los talos colocados en condición suspendida en cada nivel.

RESULTADOS

Crecimiento en biomasa y longitud por fragmento.

En la Figura 1 se indica el crecimiento promedio quincenal en biomasa y longitud, destacándose los valores de la primera serie

(primavera-verano). En este período algunos talos alcanzaron hasta 65 cm de longitud final.

Los registros máximos de esta serie se obtuvieron en el nivel de 3,5 m, donde la longitud neta alcanzó en promedio valores máximos de 31,3 cm y una biomasa neta promedio de 0,38 g por fragmento. El incremento final de biomasa por fragmento en este período y profundidad resultó ser un 630 %.

Análisis de la brotación.

Las variaciones en el promedio de brotación por fragmento y el porcentaje de fragmentos brotados se ilustran en la Figura 2. En la primera serie (primavera-verano), recién entre los 45 y 60 días de iniciada la experiencia se observa un aumento en el promedio de brotes por fragmento y en el porcentaje de fragmentos brotados en el nivel de 6,5 m del fondo. En el nivel ubicado a 3,5 m del fondo, las curvas tuvieron un comportamiento similar pero con valores menores.

La producción de brotes en la segunda y tercera serie se manifestó desde los primeros 15 días de comenzadas las experiencias. El valor máximo del promedio de brotes por fragmento para la serie de verano-otoño se alcanzó en el nivel de 3,5 m del fondo a los 45 días y para la serie de otoño-invierno a partir de los 60 días y en el nivel de 6,5 m.

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

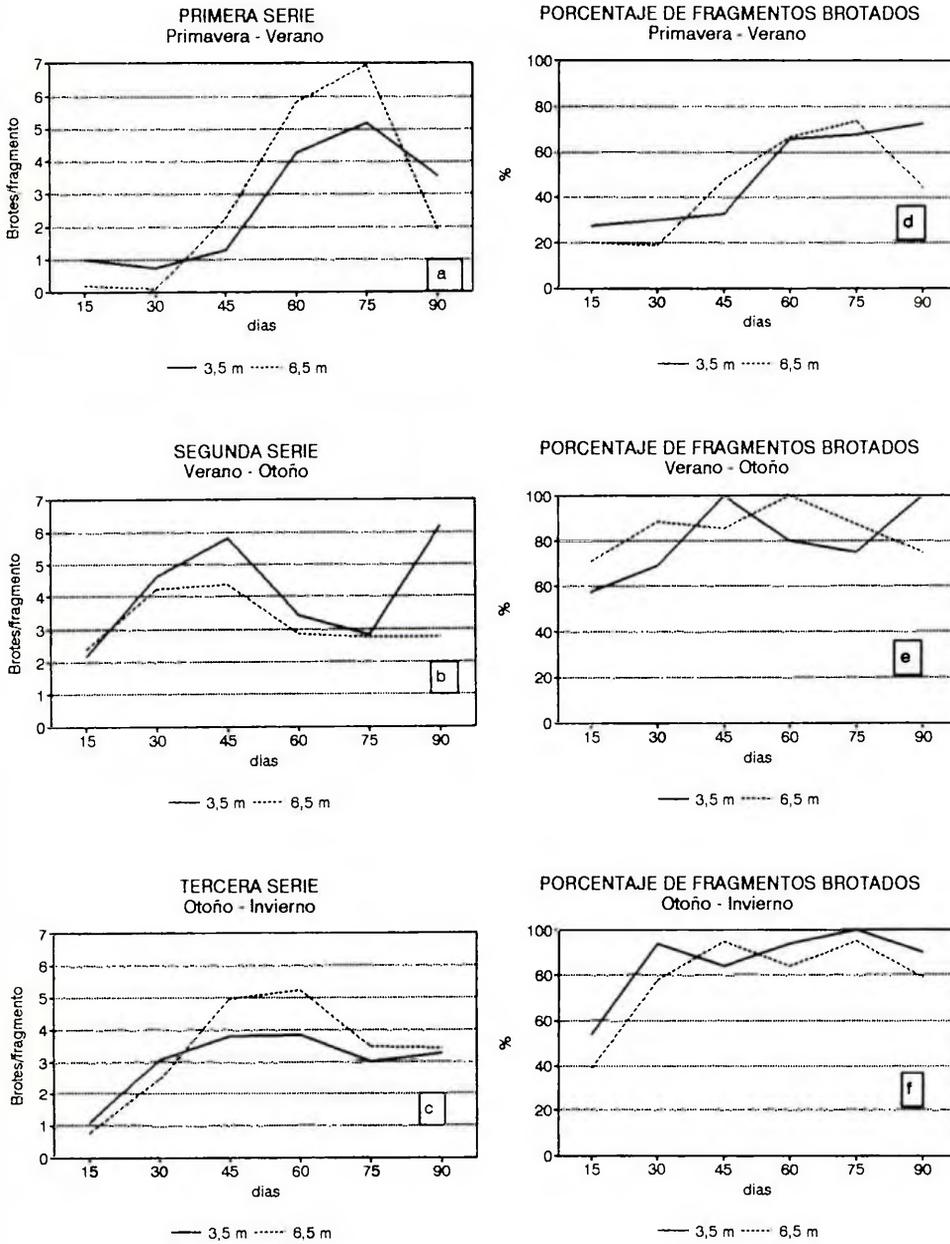


Figura 2: Series experimentales (a 3,5 y 6,5 m de distancia al fondo). Promedio de brotes por fragmento (a-c) y porcentaje de fragmentos brotados (d-f).

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

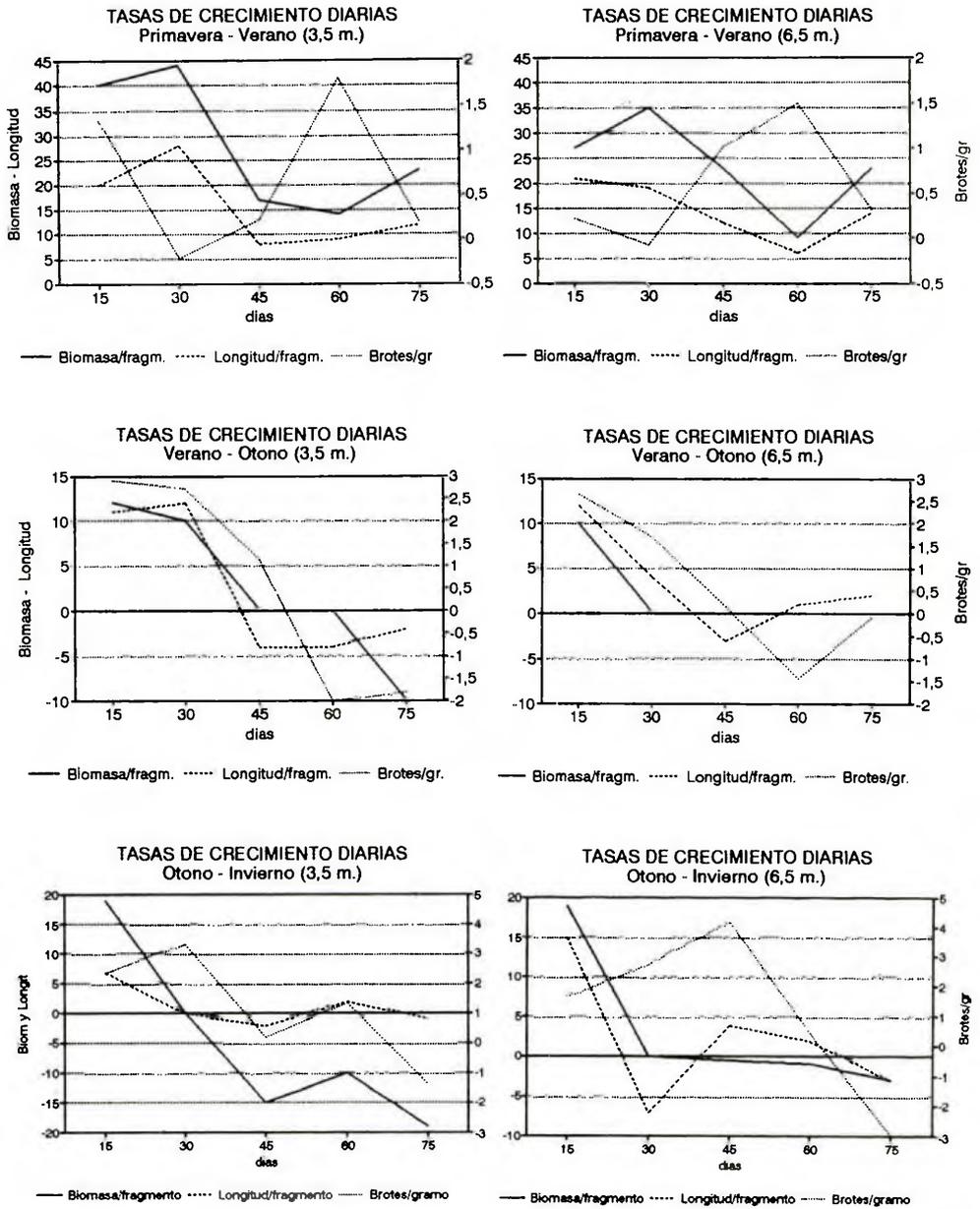


Figura 3: Series experimentales (a 3,5 y 6,5 m de distancia al fondo). Tasas relativas de crecimiento diario (biomasa y longitud) y brotes por gramo.

El porcentaje de talos brotados tuvo un comportamiento similar en estas series, alcanzando valores máximos entre los 30 y 45 días de experiencia. En otoño-invierno, más del 80% de los fragmentos recuperados a partir de los primeros 30 días se encontraban brotados, pero no se detectaron diferencias entre niveles.

Análisis de las variables biológicas y ambientales.

Al analizar la relación entre las variables biológicas y ambientales se evidenció que algunas variables caracterizaron a cada una de las series.

En la serie de primavera-verano se observa que las máximas tasas diarias de crecimiento en biomasa y longitud, se oponen a las de brotación expresadas como número de brotes/gramo (fig. 3). Las mayores tasas relativas de crecimiento diario en biomasa y longitud fueron de 4,4 % día⁻¹ y 2,8 % día⁻¹ respectivamente, a 3,5 m del fondo.

Las máximas velocidades de crecimiento en biomasa y longitud por fragmento se observan asociados a la máxima longitud del período luminoso y porcentaje máximo de radiación recibida. Las tasas mínimas de crecimiento de ambas variables, se asocian a la muestra de los 90 días cuando el material se encontraba en franca declinación, razón por la cual no aparecen graficados (fig. 3).

Las tasas de crecimiento en biomasa y longitud fueron prácticamente nulas en la segunda y tercera serie. En la serie de verano-otoño sólo se observan (fig. 3) tasas de crecimiento en biomasa y longitud de moderadas a negativas. Las tasas de brotación máximas se producen a los 15 días y se extienden hasta los 30 días, registrándose moderados tenores de nitratos y fosfatos con tendencia a incrementar hacia el final de la serie (fig. 4 y 5) y declinación del período luminoso y la temperatura (fig. 6).

Finalmente, y como se señaló oportunamente, la serie de otoño-invierno se caracterizó por tasas de crecimiento en biomasa y longitud extremadamente bajas y buena actividad en la producción de brotes. A partir de los 15 días se alcanza a 6,5 m del fondo, una marcada tasa de brotación, llegando al máximo a los 45 días y decayendo luego (fig. 3).

En esta serie, se observan las máximas concentraciones de nitratos y fosfatos junto con disminución de los nitritos (fig. 4 y 5), así como los mínimos valores de período luminoso e irradiación recibida y bajas temperaturas del agua (fig. 6).

DISCUSION

Teniendo en cuenta que los mecanismos de propagación vegetativa son la base sobre la que se

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

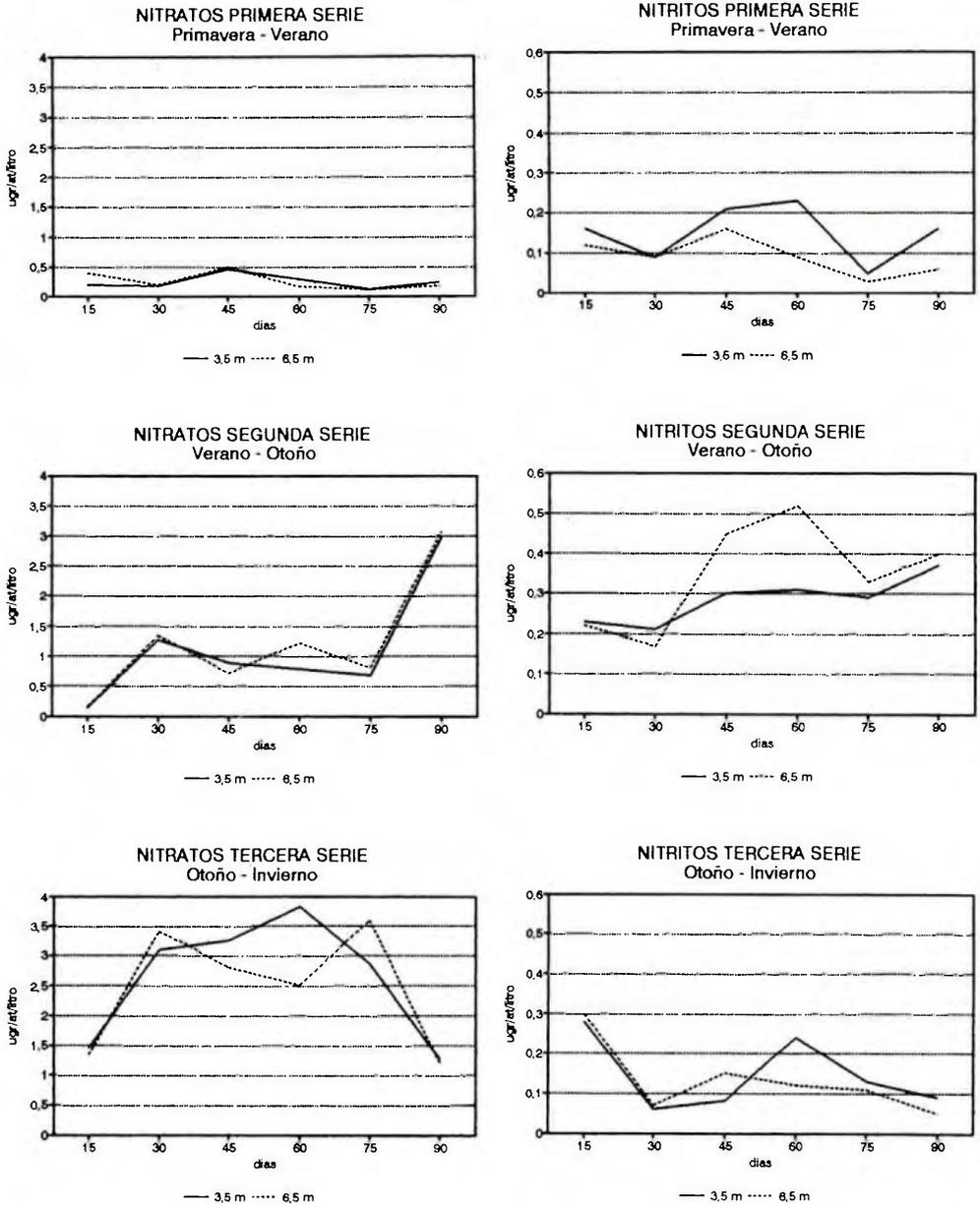


Figura 4: Concentraciones de nitratos y nitritos ($\mu\text{g at}^{-1} \text{l}^{-1}$) registradas a 3,5 m y 6,5 m de distancia al fondo, durante el desarrollo de las tres series experimentales.

han desarrollado algunos métodos de cultivo en Chile, *West Indies*, Hawaii y China (Santelices & Doty, 1989) y dada la fracción importante de plantas originadas por fragmentación en las poblaciones naturales de *Gracilaria* del Chubut (Boraso de Zaixso, 1983; Boraso de Zaixso & Kreibohm de Paternoster, 1984; Boraso de Zaixso, 1995), es importante establecer las condiciones ambientales que caracterizan a los períodos de crecimiento en biomasa y los de diferenciación en rúmulas pudiendo ambos aspectos del crecimiento responder a diferentes combinaciones de condiciones ambientales.

Debe tenerse en cuenta que las observaciones realizadas sobre fragmentos de talo en crecimiento experimental utilizando sistemas colgantes, pueden presentar variantes respecto de las realizadas sobre praderas naturales, pues al ser aquellas experiencias de manejo generalmente cortas, no sufren grandes pérdidas ni herbivoría.

Analizando en nuestros ensayos cada nivel por separado, surge muy claramente que en la primera serie se verificaron mayores tasas de crecimiento a 3,5 m del fondo, lo que equivale a 7 metros de la superficie en marea media, siendo ésta la profundidad habitual en la que se encuentran las praderas naturales en golfo Nuevo (Boraso de Zaixso, 1987). En la segunda y tercera series no

se observan diferencias entre niveles.

En sus experiencias de crecimiento suspendido de *Gracilaria gracilis*, Molloy & Bolton (1996) observaron altas tasas de crecimiento a profundidades entre 40 y 260 cm de profundidad, pero indican una gran turbidez del agua lo cual no ocurre en golfo Nuevo.

En nuestro trabajo se pudo verificar en ambas profundidades, que las tasas de crecimiento en biomasa y longitud presentaron períodos de crecimiento de unos 30 días de duración en la serie de primavera-verano, sugiriendo la ventaja de realizar experiencias de manejo cortas en las estaciones indicadas. Esto último coincide con lo señalado por McLachlan & Bird (1986) en la revisión sobre los datos de producción para las especies en general de *Gracilaria*, indicando que se han determinado altas tasas de crecimiento por etapas relativamente cortas de tiempo, siendo dificultoso sostener la producción por períodos prolongados.

El comportamiento de los parámetros biológicos en nuestro trabajo, caracterizan a primavera y verano como estaciones óptimas de crecimiento en peso y longitud, en cambio las condiciones de otoño e invierno propiciarían la brotación. Esto estaría indicando que la planta responde fisiológicamente de distinta manera ante ciertos factores, siendo distintos los que inducen su crecimiento en

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

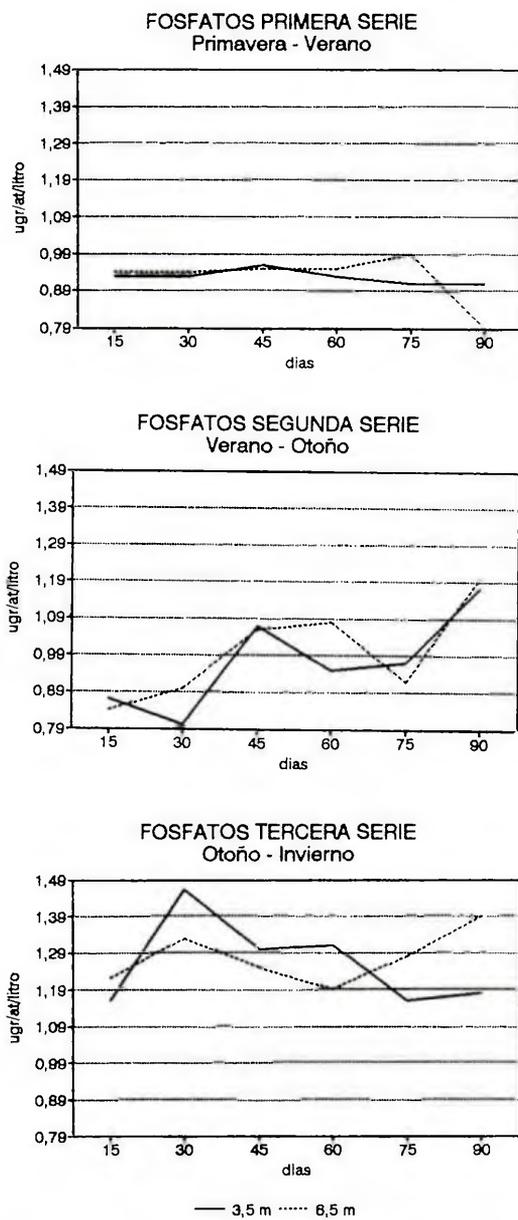


Figura 5: Concentraciones de fosfatos ($\mu\text{g at}^{-1} \text{l}^{-1}$) registradas a 3,5 m y 6,5 m de distancia al fondo, durante el desarrollo de las tres series experimentales.

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

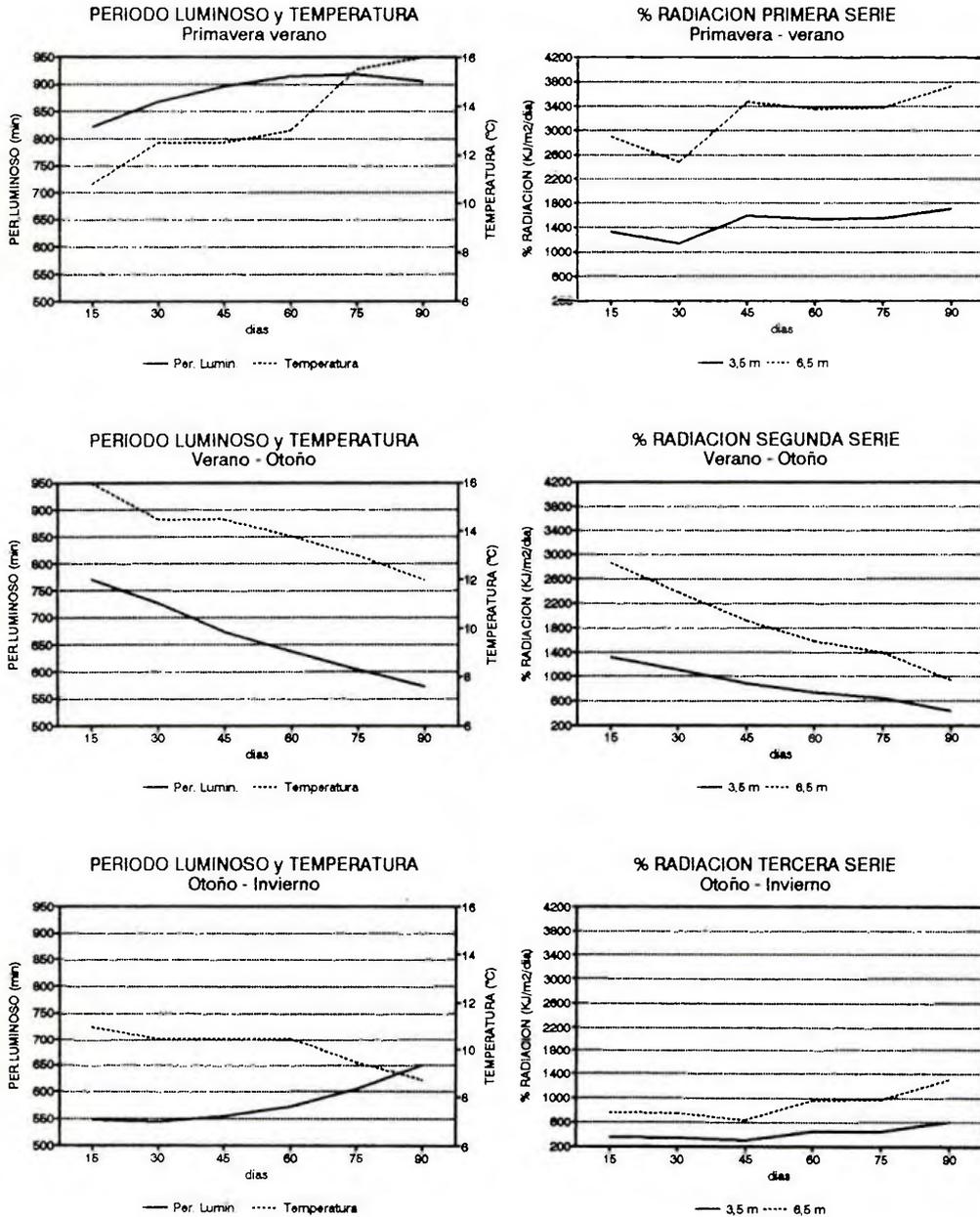


Figura 6: Período luminoso (minutos), temperatura (°C) y radiación ($\text{KJm}^{-2} \text{ día}^{-1}$) a 3,5 m y 6,5 m de distancia al fondo, registrados durante el desarrollo de las tres series experimentales.

peso y longitud de los que provocan proliferaciones laterales.

En el análisis de los factores ambientales, resultó bastante clara la asociación del mayor período luminoso con el crecimiento en longitud y biomasa de los fragmentos. La explicación más adecuada del patrón de crecimiento con la profundidad, sería la disponibilidad de mayor cantidad de horas de luz.

Boraso de Zaixso (1984) analizó en golfo Nuevo el crecimiento de inóculos en condición suspendida durante el otoño, observando mejor crecimiento en el nivel superior (6,5 m), lo que sugiere que en esa época la luz podría ser el factor limitante.

Kim (1970) indicó que el crecimiento de esta especie se ve favorecido con un fotoperíodo de 15 horas. Por su parte Conover (1964) observó correlación entre crecimiento, longitud del día y radiación.

Las tasas de crecimiento deberían seguir el ciclo anual de longitud del día pero también se ven afectadas por los niveles de nutrientes y temperatura (McLachlan & Bird, 1986).

Molloy & Bolton (1996) observaron que las tasas de crecimiento de *Gracilaria gracilis* están correlacionadas positivamente con el período luminoso, siguiendo un patrón estacional. Las mayores tasas de crecimiento de la especie se registraron de octubre a marzo, mientras que las

mínimas tasas de crecimiento se produjeron en invierno, conjuntamente con el mínimo período luminoso.

La luz, ya sea por su falta como por su exceso, causa efectos deletéreos en el crecimiento de *Gracilaria*. En nuestro ensayo, los fragmentos colocados en el nivel superior se deterioraron y mostraron mayor grado de epifitismo que los de niveles inferiores. Rueness *et al.* (1987), encontraron que *Gracilaria gracilis* (como *G. verrucosa*) en Noruega crece mejor a 3 m de profundidad en verano, pero sugieren que el fuerte epifitismo por encima de los 3 m pudo haber sido el factor que afectara el crecimiento a poca profundidad.

La temperatura no parece estar relacionada positivamente con las mayores tasas de crecimiento, debido probablemente a que el incremento de la temperatura del agua de mar no sigue estrictamente al período luminoso.

Rueness & Tananger (1984) comprobaron que las mayores tasas de crecimiento en laboratorio se producen a los 24 °C, pero en su hábitat natural la especie vive normalmente en condiciones subóptimas. Según Poblete & Becerra (1988), las poblaciones naturales de *Gracilaria* prosperan dentro de un rango de 8 °C a 30 °C, indicando como óptima una temperatura de 25 °C. En China, *G. gracilis* crece a un rango de temperatura de 8 °C a 21 °C, el máximo crecimiento se observa en

verano, siendo el rango de temperatura óptimo de 12 °C a 20 °C (Li *et al.*, 1984) y en Namibia, la temperatura óptima de crecimiento de *Gracilaria gracilis* se estableció en 18-20 °C (Critchley *et al.*, 1991). Evidentemente los rangos de tolerancia de la especie son amplios.

Respecto de los nutrientes, indudablemente juegan un rol de importancia en el desarrollo de *Gracilaria*. Se han citado numerosos ejemplos en los cuales el nitrógeno es el factor limitante del crecimiento de las algas, sin embargo se han observado períodos de rápido crecimiento durante ciertas épocas del año en las que la concentración de nutrientes en el medio es relativamente baja (De Boer, 1981).

Jones (1959) indica una aceleración del crecimiento de *Gracilaria gracilis* (como *G. verrucosa*) cuando el aporte de nitrógeno y fósforo disueltos en el agua de mar se encuentran en su mínimo valor anual.

Rosenberg & Ramus (1982) verificaron experimentalmente la estrategia de almacenamiento de nitrógeno en *Gracilaria foliifera*, la cual acumula nitrógeno hasta que las condiciones sean favorables para el crecimiento. Del mismo modo, se ha observado también en *Fucus distichus* almacenamiento de reservas de nitrógeno. Estas se movilizarían cuando otras condiciones para el crecimiento (por ejemplo temperatura y luz)

sean más favorables (Rosenberg *et al.*, 1984).

Para Probyn & Chapman (1983), la acumulación de nitrógeno constituye una importante adaptación de las algas perennes que sufren marcadas fluctuaciones en la disponibilidad de nutrientes nitrogenados disueltos.

En nuestras experiencias comprobamos que en verano hay bajos niveles de nitratos en comparación con los de invierno (hasta tres veces menor), el máximo de nitratos se alcanza en invierno, comienza a consumirse en primavera hasta llegar a casi cero en verano. También para Estéves *et al.* (1981), los nitratos alcanzan en golfo Nuevo valores muy bajos en primavera y verano. Los nitritos, más inestables, no parecen estar muy asociados a parámetros biológicos; los valores máximos se registran en otoño, cuando hay degradación orgánica natural y oxidación microbiológica del amonio.

Ante la situación descrita, se infiere que el mayor crecimiento en primavera y verano se debería a que *Gracilaria* almacena sustancias nitrogenadas en invierno, variando su morfología con formación de râmulas para incrementar su área de absorción y utilizando el nitrógeno acumulado cuando el aumento de la cantidad de horas de luz incrementa la respiración y fotosíntesis.

CONCLUSIONES

Los tres períodos de estudio han estado caracterizados por diferencias morfológicas como respuesta a distintas condiciones ambientales.

Observamos una serie de primavera y verano caracterizada por crecimiento en longitud y biomasa, otra de verano-otoño con profusa brotación y una tercera etapa invernal que se podría considerar limitada a la incorporación de nutrientes como una estrategia adaptativa, que se manifestará en los procesos morfológicos estivales.

Por esto se considera como período favorable para realizar experiencias de cultivo de *Gracilaria gracilis* en nuestras costas, las estaciones de primavera y verano, en zonas de alrededor de 6 metros de profundidad media y un período luminoso de más de 15 horas de luz. Sugiriéndose además una etapa de adaptación previa, a fin de facilitar la incorporación de nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

- Boraso de Zaixso, A. L. 1983. Ecología de *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Pap. en poblaciones de la Provincia del Chubut (Argentina). Tesis Universidad de Buenos Aires, 172 pp.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1984. Crecimiento de *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales) en condición suspendida. Mems. Asoc. Latinoam. Acuicult. 5 (3): 415-418.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1987. *Gracilaria verrucosa* in Golfo Nuevo, Chubut, Argentina. Biological parameters and environmental factors. Proc. Int. Seaweed Symp. 12: 239-244.
- Boraso de Zaixso, A. L. 1995. La población de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Bahía Arredondo (Chubut, Argentina). *Naturalia patagónica*, Ciencias Biológicas 3: 85-106.
- Boraso de Zaixso, A. L., Espíndola, I. & Casas, G. 1989. Características de la población de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss del sector occidental de Bahía Bustamante, Prov. del Chubut (Rep. Argentina). IV Simposio Algas Marinas Chilenas. Coquimbo, Chile. *Physalia* (III): 3.
- Boraso de Zaixso, A. L. & Kreibohm de Paternoster, I. C. 1984. Demografía, reproducción y propagación en poblaciones de *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss de la Provincia del Chubut (Argentina). I. Golfo Nuevo. Contrib. Centro Nacional Patagónico 99, Puerto Madryn, 26 pp.
- Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. 1984-1986. Red Solarimétrica. Centro Espacial San Miguel, Argentina. Boletines semestrales julio 1984 - diciembre 1986.
- Conover, J. T. 1964. The ecology, seasonal periodicity and distribution of benthic plants in some Texas lagoons. *Botanica Marina* 7: 441.
- Critchley, A. T., Rotmann, K. W. G. & Molloy, F. J. 1991. The Namibian seaweed industry: present

G. Casas *et al.*: Crecimiento y brotación de *Gracilaria*.

- and potential. *Bioresource Technology* **38**: 137-143.
- De Boer, J. A. 1981. Nutrients. En: Lobban, C. S & Wynne, M. J. (eds). *The biology of seaweeds*. Univ. Calif. Press. *Botanical Monographs* **17**: 356-390.
- Esteves, J. L.; De Vido de Mattio, N.; Cejas, J. & Frontali, J. 1981. Evolución de parámetros químicos y biológicos en el área de Bahía Nueva (Golfo Nuevo). *Contrib. Centro Nacional Patagónico* **57**, Puerto Madryn, 25 pp.
- Hunt, R. 1978. *Plant growth analysis*. *Studies in Biology* **96**. Edward Arnold, London, 64 pp.
- Jones, W. E. 1959. The growth and fruiting of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **38**: 47-56.
- Kim, D. H. 1970. Economically important seaweeds in Chile. 1. *Gracilaria*. *Botanica Marina* **13** (2): 140-162.
- Li, R. Z.; Chong, R. Y. & Meng, Z. C. 1984. A preliminary study of raft cultivation of *Gracilaria verrucosa* and *Gracilaria sjoestedtii*. *Hydrobiologia* **116/117**: 252-254.
- Mayer, A. M. S. 1981. Studies on *Gracilaria* sp. in Bahía Arredondo, Chubut Province, Argentina. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **10**: 705-710.
- McLachlan, J. & Bird, C. J. 1986. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and productivity. *Aquatic Botany* **26**: 27-49.
- Molloy, F. J. & Bolton, J. J. 1996. The effect of season and depth on the growth of *Gracilaria gracilis* at Lüderitz, Namibia. *Botanica Marina* **39**: 407-413.
- Poblete, A. & Becerra, R. 1988. Cultivo de *Gracilaria* sp. (Rhodophyta, Gigartinales) en Puerto Saavedra: una transferencia de tecnología hacia el subsector pesquero artesanal. *Gayana Bot.* **45** (14): 431-439.
- Probyn, T. A. & Chapman, A. R. O. 1983. Summer growth of *Chordaria flagelliformis* (O. F. Müller) C. Ag.: Physiological strategies in a nutrient stressed environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **73**: 243-271.
- Rosenberg, G. & Ramus, J. 1982. Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and *Ulva* sp. (Chlorophyceae): soluble nitrogen and reserve carbohydrates. *Mar. Biol.* **66**: 251-259.
- Rosenberg, G.; Probyn, T. A. & Mann, K. H. 1984. Nutrient uptake and growth kinetics in brown seaweeds: response to continuous and single additions of ammonium. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **80**: 125-146.
- Rueness, J. & Tananger, T. 1984. Growth in culture of four red algae from Norway with potential for mariculture. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **11**: 303-307.
- Rueness, J., Mathisen, H. A. & Tananger, T. 1987. Culture and field observations on *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (Rhodophyta) from Norway. *Bot. Mar.* **30**: 267-276.
- Santelices, B. & Doty, M. S. 1984. A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture* **78**: 95-133.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. *Fish. Res. Bd. Canada Bull.* (2nd.Ed.), 167 pp.

**CAMBIOS ESTACIONALES EN LAS COMUNIDADES DE
PECES COSTEROS DEL SUR DE SANTA CRUZ (ARGEN-
TINA) Y ASPECTOS BIOGEOGRAFICOS ASOCIADOS.**

**Seasonal changes and associated biogeographical
aspects of coastal fish communities of Southern Santa
Cruz (Argentina).**

Roberto Cerda (*), Guillermo Caille (*, ***)
y Juan Carlos Braccalenti (**, ***).

(*) Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia.
Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

(**) Unidad Río Gallegos, Universidad Federal de la Patagonia Austral.
Lisandro de la Torre y Pje. Chaltén, (9400) Río Gallegos, Santa Cruz.

(***) Area Pesca del PMIZCP (Proj. ARG/92/G31 GEF-PNUD/FPN-WCS),
Marcos Zar 760, (9120) Puerto Madryn, Chubut.

RESUMEN

En las costas del sur de Santa Cruz, entre los 50° y 51° S, se evidenciaron cambios en las comunidades de peces entre el invierno 1995 y el verano siguiente. Un análisis de agrupamiento (Jaccard, WPGMA) permitió reconocer dos grupos estacionales. Los peces de amplia distribución (siete especies) estuvieron presentes en verano e invierno. Los peces bonaerenses y propios del norte de Patagonia (cuatro especies) estuvie-

ron presentes en verano. Sólo estuvieron presentes en el área dos especies consideradas de distribución magallánica. Este ingreso estacional de peces procedentes del norte de Patagonia explica para el área, la mayor riqueza promedio en especies por lance (S) en verano (S=12,7) que en invierno (S= 7,4) y se muestra coincidente con la acción del flujo argentino, que avanza en verano por la costa de Patagonia hacia el sur.

Palabras clave: peces costeros, cambios estacionales, biogeografía, sur de Patagonia.

ABSTRACT

In the southern coasts of Santa Cruz, between 50° to 51° S, seasonal changes in the fish communities were found to occur between the winter of 1995 (August) and the following summer (March). The cluster analysis (Jaccard, WPGMA) recognized two seasonal groups. Seven widely distributed species are present both in winter and summer. Four Bonaerense and Northern Patagonian species are present only in summer. Two magellanic species are found in the area. This seasonal ingression of Northern Patagonian fishes in the area, explains the greater summer average species richness by catch (S= 12.7) than in winter (S= 7.4), and it is shown to coincide with the summer Argentine Flow, which advances to the South, along the Patagonian coast.

Key words: coastal fishes, seasonal changes, biogeography, Southern Patagonia.

INTRODUCCION

Los estudios de carácter zoogeográfico, realizados por Menni (1981) y Menni & Gosztonyi (1982) caracterizan a los peces del Mar Argentino como: **Magallánicos** (M), especies con origen o características de la Provincia zoogeográfica Magallánica; **Bonaerenses** (B), especies con origen o características del

Distrito Bonaerense de la Provincia Zoogeográfica Argentina; **De Amplia Distribución** (AD), presentes en amplios rangos de temperatura y profundidad; y proponen un conjunto mixto de especies, característico de los ambientes costeros patagónicos hasta los 48° S (ISMF). Consistentemente con este esquema, Menni & López (1984) proponen además un conjunto que incluye

especies bonaerenses que amplían su rango de distribución, en verano, hacia el sur, alcanzando las costas del centro y sur de Patagonia (LSRB). Esta ampliación coincidiría con la acción temporal del flujo argentino (Balech, 1971; Lusquiños & Valdés, 1971; Severov, 1990; Severov, 1991; Severov & Korobochka, 1992) que se refuerza en verano, dirigiéndose por la costa hacia el sur, superando los 43° S.

Por otro lado Menni & Gosztonyi (1982), Caille & Maldonado (1993), Caille (1993) y Caille *et al.* (1995) señalan que un grupo significativo de especies consideradas bonaerenses amplían su distribución en verano hacia el sur hasta las costas del centro y sur de Patagonia.

Sin embargo la escasa información disponible en cuanto a la distribución de peces costeros, en el sur de la provincia de Santa Cruz (entre los 50° y 52° S) hace necesario un estudio del área, para evaluar estos desplazamientos geográficos.

En el presente trabajo, se analizan los cambios estacionales en las comunidades de peces y su relación con aspectos biogeográficos de la distribución de las especies frente a las costas de Santa Cruz, entre los 50° y 50° 30' S. Estos desplazamientos en latitud, se postulan como una posible explicación del aumento en verano de la riqueza en especies en las comunidades de peces, frente a

las costas del sur de la Patagonia.

MATERIALES Y METODOS

En dos campañas realizadas en agosto de 1995 (invierno) y en marzo de 1996 (verano) sobre la costa sur de la provincia de Santa Cruz (50° a 50° 30' S y 68° a 69° W) se analizaron a bordo los peces capturados en los lances comerciales (fig. 1).

Las campañas se realizaron a bordo de la embarcación "Liliana", un pesquero de 15 m de eslora, de 313 HP de unidad motriz. El arte de pesca consistió en una red de arrastre de fondo, con portones, con una luz de malla en el cuerpo de 150 mm y en el copo de 50 mm.

Las dos campañas incluyeron un total de 26 lances, 19 en invierno y 7 en verano. Los lances, en promedio tuvieron una duración de 2 a 3 horas.

Las profundidades de los lances variaron en un rango de 30 a 80 m de profundidad, sobre fondos de fango.

Como medida del grado de avance del muestreo se utilizó la curva especies vs muestras (Scheer, 1978), ajustándose ésta a la forma $S' = a N^b$, aplicando la transformación \log / \log (Ricker 1975), donde S' es el número de especies reconocidas y N el número de lances analizados.

El cálculo de la riqueza promedio de especies por lance se obtuvo como el promedio del

número de especies por lance y época del año. Los valores obtenidos fueron comparados mediante una prueba de t de Student.

Las combinaciones adoptadas para los peces siguen a Cousseau & Denegri (1995), Eschmeyer (1990) y Compagno (1984).

Para analizar los cambios entre temporadas de las posibles asociaciones de peces, se seleccionaron las especies cuya frecuencia de ocurrencia superara el 10 % del total de lances (Strauss, 1982). La matriz de datos de presencia-ausencia para 26 lances

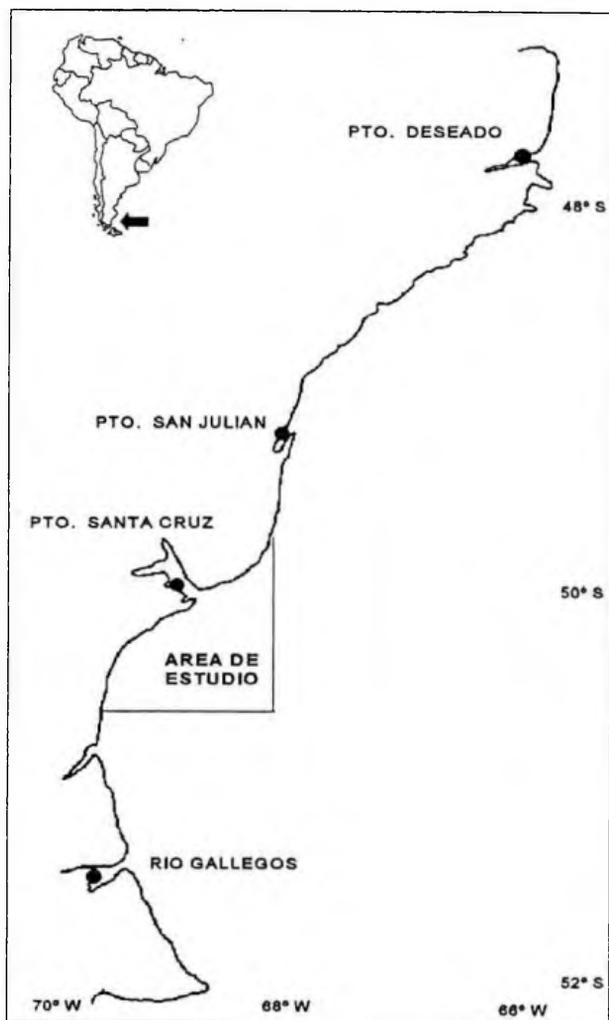


Figura 1: Ubicación del área de estudio en la provincia de Santa Cruz.

y las 13 especies seleccionadas según la pauta anterior, se utilizó como matriz básica de datos (Crisci & López Armengol, 1983).

Se analizaron las posibles asociaciones entre especies (modo R) y entre lances (modo Q) mediante un análisis de agrupamiento, usándose como medida de similitud el índice de Jaccard (Hazel, 1970; Hubalek, 1982) y como método de agrupamiento el algoritmo WPGMA o "Weighted Pair Group Method Using Arithmetic Average" (Sneath & Sokal, 1973). El coeficiente cofenético de correlación (Sokal & Rohlf, 1962) se usó como medida de la distorsión entre la matriz de similitud y el fenograma obtenido.

Sobre los grupos de lances se llevó a cabo un análisis de la frecuencia de ocurrencia por especies consignando el porcentaje de lances de un grupo donde la especie se hallaba presente. La significación de esta presencia fue probada con sendas pruebas de independencia de X^2 .

RESULTADOS

Se identificaron 21 especies agrupadas en 18 familias:

Clase Chondrichthyes

Orden Rajiformes

Familia Rajidae:
Sympterygia bonapartei (Raya)

Orden Carcharhiniformes

Familia Scyliorhinidae:
Schroederichthys bivius (Pintarroja)

Familia Triakidae:
Mustelus schmitti (Gatuzo)

Orden Chimaeriformes

Familia Callorhynchidae:
Callorhynchus callorhynchus (Gallo)

Clase Osteichthyes

Orden Clupeiformes

Familia Clupeidae:
Sprattus fueguensis (Sardina fueguina)
Ramnogaster arcuata (Lacha)

Familia Engraulidae:
Engraulis anchoita (Anchoíta)

Orden Gadiformes

Familia Moridae:
Salilota australis (Brótola del sur)

Familia Merlucciidae:
Merluccius hubbsi (Merluza)
Macruronus magellanicus (Merluza de coia)

Orden Ophidiiformes

Familia Ophidiidae:
Genypterus blacodes (Abadejo)

Orden Atheriniformes

$S' = 7 N^{0,33}$ ($R^2 = 94,20$,
 $p < 0,01$).

Familia Atherinidae:

Odontesthes smitti (Pejerrey
Manila)

La curva mostró un grado de conocimiento suficiente para realizar el análisis de las asociaciones de peces en el área.

Orden Scorpaeniformes

Familia Congiopodidae:

Congiopodus peruvianus (Chanchito)

El cálculo de la riqueza promedio de especies por lance (S), arrojó los siguientes resultados:

Familia Triglidae:

Prionotus nudigula (Testolín)

$S = 7,37$ ($s = 1,53$) especies por lance para invierno y $S = 12,71$ ($s = 0,75$) especies por lance para verano.

Orden Perciformes

Familia Pomatomidae:

Pomatomus saltatrix (Anchoa de banco)

Una prueba de t de Student entre medias dió por resultado un valor de $t = 8,83$ ($p < 0,01$) señalando diferencias altamente significativas entre temporadas. Resultando que los lances de verano tienen en promedio aproximadamente el doble de especies presentes, que los de invierno.

Familia Carangidae:

Parona signata (Palometa)

Familia Zoarcidae:

Austrolycus sp. (Viuda)

En el análisis de agrupamiento entre especies (13 que superaron en ocurrencia el 10% de los lances) se reconocieron dos grupos al nivel 50 % de similitud: A y B. El grupo A puede dividirse a su vez en dos subgrupos: A1 el cual incluye las especies *Schroederichthys bivius* y *Stromateus brasiliensis* y el subgrupo A2 con *Salilota australis*, *Sympterygia bonapartei*, *Genypterus blacodes*, *Congiopodus peruvianus*, *Merluccius hubbsi*, *Macruronus magellanicus* y *Eleginops maclovinus*. El grupo B incluye a las especies *Parona signata*, *Mustelus schmitti*, *Callorhynchus callorhynchus* y *Sprattus fueguensis* (fig. 2).

Familia Nototheniidae:

Eleginops maclovinus (Róbalo)
Patagonothoten spp. (Tramas)

Familia Stromateidae:

Stromateus brasiliensis (Pámpano)

Orden Pleuronectiformes

Familia Bothidae:

Paralichthys patagonicus (Lengua-
do)

La curva especies vs muestras (Scheer, 1978) dió por resultado:

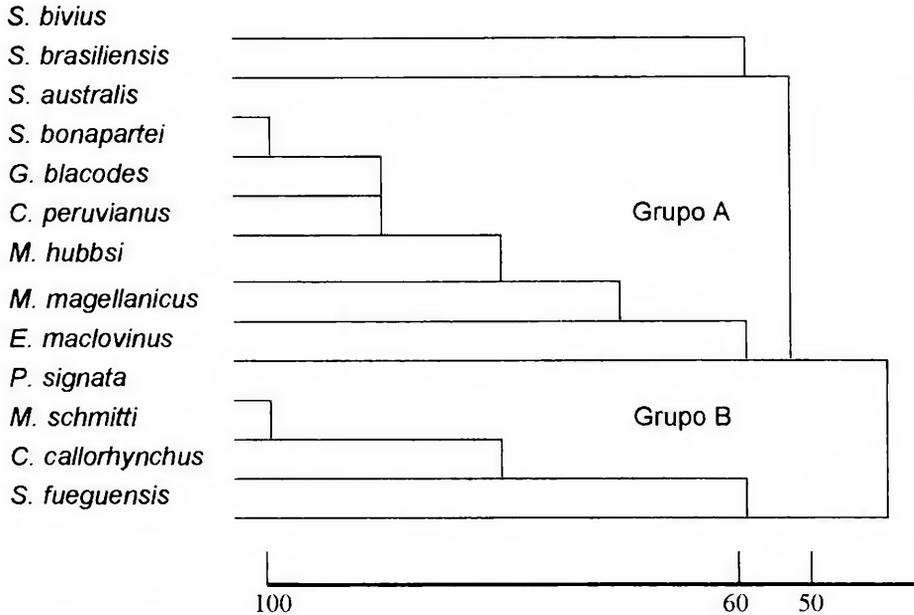


Figura 2: Análisis de agrupamiento entre especies (Jaccard, WPGMA).

El análisis de agrupamiento entre lances permitió reconocer dos grupos al nivel 50 % de similitud. Los dos grupos se corresponden con las temporadas de invierno y verano respectivamente, señalando la existencia de diferencias estacionales en las principales asociaciones de peces, en el área de estudio (fig. 3).

La frecuencia de ocurrencia por especies en los grupos de lances analizados (Tabla I) indica que el grupo de especies B tiene una ocurrencia casi nula en invierno y un alto porcentaje en verano.

Una prueba de independencia de X^2 para las especies que lo forman (*Parona signata*, *Mustelus schmitti*, *Callorhynchus callorhynchus* y *Sprattus fueguensis*) corroboró que las mismas se asociaron significativamente ($p < 0,01$) a los lances de verano. Las especies del subgrupo A2 presentan altos porcentajes de ocurrencia tanto en verano como en invierno. Los valores porcentuales de las especies del subgrupo A1 señalan una relativa mayor presencia en verano.

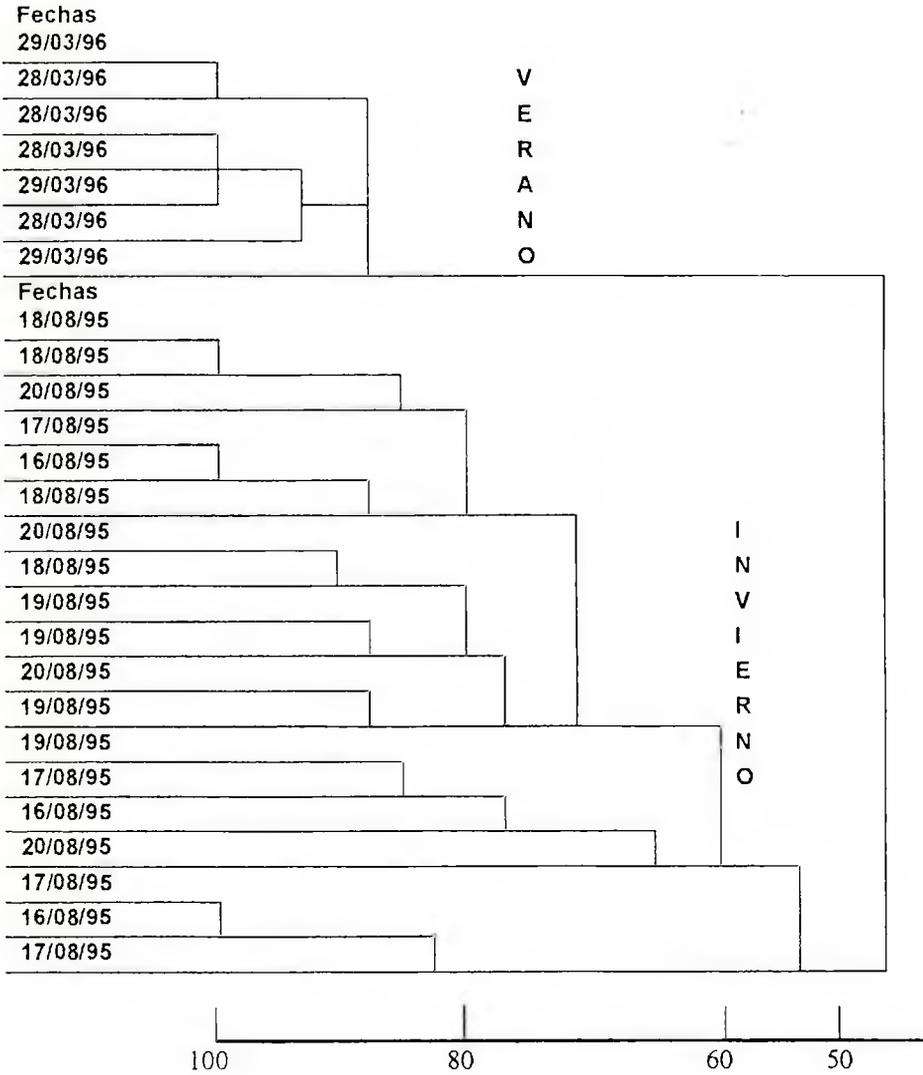


Figura 3: Análisis de agrupamiento entre lances (Jaccard, WPGMA).

Tabla I: Frecuencia de ocurrencia porcentual de las especies en los lances analizados (invierno y verano), e incidencia según su procedencia biogeográfica.

Grupo especies	Grupo biogeográfico	Especies	Invierno (n= 19)	Verano (n= 7)
A1	AD	<i>Schroederichthys bivius</i>	42,10	100
A1	AD	<i>Stromateus brasiliensis</i>	26,31	100
A2	AD	<i>Sallota australis</i>	100	100
A2	ISMF	<i>Sympterygia bonapartei</i>	100	100
A2	AD	<i>Genypterus blacodes</i>	94,73	85,71
A2	AD	<i>Congiopodus peruvianus</i>	100	71,42
A2	AD	<i>Merluccius hubbsi</i>	84,21	100
A2	AD	<i>Macruronus magellanicus</i>	57,89	100
A2	M	<i>Eleginops maclovinus</i>	52,63	100
B	LSRB	<i>Parona signata</i>	0	100
B	LSRB	<i>Mustelus schmitti</i>	0	100
B	ISMF	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	0	85,71
B	M	<i>Sprattus fueguensis</i>	21,05	100

Grupo biogeográfico	Número de especies	Porcentaje
AD	7	53,84
ISMF	2	15,38
M	2	15,38
LSRB	2	15,38

Referencias: **AD**, de amplia distribución en el Mar Argentino; **M**, de distribución Magallánica; **ISMF**, características de los ambientes costeros patagónicos, hasta los 48° S; **LSRB**, Bonaerenses que amplían su distribución hacia el sur en verano.

DISCUSION

El área en estudio se halla ubicada en el distrito Patagónico de la Provincia zoogeográfica Magellanica (Balech, 1964; López, 1964 y 1965; Boschi, 1979; Boschi *et al.*, 1981; Menni *et al.*, 1984). Ello sugeriría una presencia importante de peces magallánicos. Sin embargo estos representaron sólo un 15% (Tabla I) del total de las especies capturadas en las dos campañas, dominando las especies de Amplia Distribución (54%).

Los peces del grupo A, son en su mayoría de Amplia Distribución en el Mar Argentino (Menni, 1981), con la excepción de *Eleginops maclovinus* que es Magellanica (Krefft, 1968; Menni, 1981), lo cual explica su presencia en el área tanto en verano como en invierno.

En el grupo B, *Parona signata* y *Mustelus schmitti* confirmaron su procedencia Bonaerense (Krefft, 1968; Menni, 1981) y estuvieron ausentes en invierno. Puede asumirse que estas especies extienden su rango de distribución hacia el sur en verano (LSRB; Menni & López, 1984), posiblemente coincidiendo con la acción temporal del flujo argentino (Balech, 1971; Lusquiños & Valdés, 1971). Un comportamiento similar se evidenció para *Callorhynchus callorhynchus* y *Sympterygia bonapartei*, generalmente considerados como propios

de la fauna característica de la costa del norte y centro de Patagonia (ISMF, Menni & Gosztanyi, 1982). La presencia sólo en verano de *Sprattus fueguensis*, propia de la Provincia Magellanica, se explicaría por su distribución más alejada de la costa en invierno.

Coincidiendo con Menni & Gosztanyi (1982), Menni & López (1984) y Caille & Maldonado (1993), se señala en este trabajo, la penetración en verano y hasta los 50° S, de peces procedentes del Distrito zoogeográfico Bonaerense y norte de la Patagonia, la cual explicaría la mayor riqueza en especies en la pesquería durante esta época del año.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Balech, E. 1964. Caracteres biogeográficos de la Argentina y Uruguay. Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata, 7: 107-112.
- Balech, E. 1971. Notas históricas y críticas de la Oceanografía Biológica Argentina. Public. Servicio Hidrografía Naval (Argentina): 1-55.
- Boschi, E. E. 1979. Geographic distribution of argentinian marine decapod crustacean. Bull. Biol. Soc. Washington, 3: 134-143.
- Boschi, E. E.; Iorio, M. I. & K. Fischbach, K. 1981. Distribución y abundancia de los decápodos capturados en las campañas de los B/I "W. Herwig" y "Shinkai Maru" en el Mar Argentino, 1978-1979. En Resultados de la

R. Cerda *et al.*: Peces costeros del sur de Santa Cruz.

- parte argentina, V. Angelescu (ed.), Contrib. INIDEP, 383: 233-253.
- Caille, G. M. 1993. Los peces de la Bahía Engaño, Patagonia Argentina: Grupos estacionales (invierno-verano). En Resúmenes XVI Reun. Arg. Ecología, Puerto Madryn (Argentina): 267.
- Caille, G. M.; Ferrari, S. & Albreu, C. 1995. Los peces de la ría de Gallegos, Santa Cruz, Argentina. *Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas*, 3 (1-2): 191-194.
- Caille, G. & Maldonado, A. 1993. Conformación de las comunidades de peces de la Bahía Engaño y Bajo Mazarredo, Patagonia Argentina. *Actas de las Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar'91*: 129-133.
- Compagno, L. J. V. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop., (125) 4 (1), 249 pp.
- Cousseau, M. B. & Denegri, M. A. 1995. Peces/Fishes. INIDEP. Inf. Tec. 5: 9-47.
- Crisci, J. V. & López Armengol, M. F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía 20, Sec. Gral. de la OEA, Washington, 132 pp.
- Eschmeyer, W. N. 1990. Catalog of the genera of recent fishes. Calif. Acad. Sci. San Francisco, USA, 697 pp.
- Hazel, J. E. 1970. Binary coefficients and clustering in biostratigraphy. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 81: 3237-3252.
- Hubalek, Z., 1982. Coefficients of association and similarity, based on binary (presence-absence) data: an evaluation. *Biol. Rev.*, 57 (4): 669-689.
- Krefft, G., 1968. Neue und erstmalig nachgewiesene Knörpelfische aus dem Archibental des Südwestatlantiks einschliesslich einer Diskussion einiger Etmopterus-Arten südlicher Meere. *Arch. Fisch Wiss.*, 19 (1): 1-42.
- López, R. B., 1964. Problemas de la distribución geográfica de los peces marinos sudamericanos. *Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata*, 7: 57-63.
- López, R. B., 1965. Peces demersales del sur de Brasil, Uruguay y norte de Argentina. *Distribución geográfica. Anais 2do. Congr. Latinoamericano de Zoología*, 2: 155-185.
- Lusquiños, A. & Valdés, A. 1971. Aportes al conocimiento de las masas de agua del Atlántico Sudoccidental. Public. Servicio Hidrografía Naval (Argentina): 1-659.
- Menni, R. C., 1981. Sobre la distribución de los peces marinos en Argentina. VI Jornadas Argentinas Zool., 2, Biogeografía: 57-73.
- Menni, R. C. & Gosztonyi, A. E. 1982. Benthic and semidemersal fish associations in the Argentine Sea. *Studies on Neotropical fauna and Environment*, 17: 1-29.
- Menni, R. C. & López, H. L. 1984. Distributional patterns of Argentine marine fishes. *Physis (Buenos Aires), Secc. A*, 42 (103): 71-85.
- Menni, R. C.; Ringuélet, R. A. & Arámburu, R. H. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 359 pp.
- Ricker, W. E. 1975. Composition and interpretation of biological sta-

R. Cerda *et al.*: Peces costeros del sur de Santa Cruz.

- tistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 191: 1 - 382.
- Scheer, G. 1978. Application of phytosociologic methods. En Coral reefs: Research methods, D. R. Stoddart & R. E. Johannes (eds.), UNESCO: 175-196.
- Severov, D. N. 1990. Particularidades de las condiciones oceanográficas del Atlántico Sudoccidental sobre la base de características temporales medias procedentes de una serie de años. Frente Marítimo, 6: 109-119.
- Severov, D. N. 1991. Masas de agua del Atlántico Sudoccidental, sus características y distribución. Frente Marítimo, 9: 93-102.
- Severov, D. N. & Korobochka, A. A. 1992. Variedad de las condiciones en el sistema de corrientes de Malvinas frente a la orilla norte de Africa en 1989-1990. IX Simp. Cient. Frente Marítimo, Mar del Plata (Argentina): 26.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. 1973. Numerical Taxonomy: the principles and practice of numerical classification. Freeman and Co., San Francisco, 573 pp.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. Taxon, 11: 33-40.
- Strauss, R. E. 1982. Statistical significance of species clusters in association analysis. Ecology 63 (3): 634-639.

**LOS HABITOS ALIMENTICIOS DE LA CENTOLLA,
LITHODES SANTOLLA (MOLINA) DEL GOLFO SAN
JORGE.**

**Feeding habits of southern king crab, *Lithodes santolla*
(Molina), in the San Jorge Gulf.**

Pamela P. Balzi

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. Ciudad Universitaria, Km 4 (9000) Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

Los hábitos alimenticios de la centolla, *Lithodes santolla* (Molina, 1782), fueron estudiados entre julio de 1994 y junio de 1995, en muestras provenientes de los fondos de pesca del golfo San Jorge, tomadas a profundidades que oscilaron entre 60 y 80 m. Se analizaron un total de 397 ejemplares (38,8% de machos y 61,2% de hembras). El porcentaje total de estómagos vacíos fue del 48%. Las hembras en condición de muda, presentaron todas sus estómagos vacíos; por otra parte no pudo demostrarse asociación entre presencia de alimento en los estómagos y condición de muda para los machos. En los machos la frecuencia de estómagos vacíos no varía con la talla de los animales estudiados, en

cambio en las hembras la proporción de estómagos vacíos es mayor en las clases de talla menores. En las hembras la proporción de estómagos vacíos es significativamente más alta en verano que en las demás estaciones; en los machos la mayor proporción de estómagos vacíos ocurre durante el otoño. Se encontraron sólo siete especies como presas; los alimentos dominantes (frecuencia de ocurrencia) que conforman la dieta natural de *Lithodes santolla* fueron el anomuro *Munida subrugosa* y un pez óseo; otro grupo constituido por el equinodermo *Pseudechinus magellanicus* y el bivalvo *Nuculana sulculata* y un tercer grupo formado por estomatópodos, el calamar *Loligo brasiliensis* y el cangrejo *Peltarion spinosulum*. No hay cambios evidentes en la dieta de *Lithodes santolla* según los sexos y las estaciones del año, con las excepciones del erizo *Pseudechinus magellanicus* que registra asociación con el otoño e invierno, el pez óseo con la primavera y el verano y *Munida subrugosa* con las muestras de primavera. La cantidad de alimento consumido no varía con el sexo, pero sí lo hace con las distintas clases de talla y con las estaciones del año. Las centollas cuyas tallas oscilan entre 110 y 119 mm de longitud de caparazón consumen significativamente más cantidad de alimento que las menores de 99 mm de largo de caparazón. El invierno es la estación en la que más cantidad de alimento ingieren. El anomuro *Munida subrugosa* constituye el alimento dominante en todas las estaciones del año. De acuerdo a lo analizado se puede concluir que la centolla tiene una conducta carroñera ya que aprovecha los organismos muertos producto de la actividad pesquera de descarte, pero también se alimenta de la fauna propia de la comunidad bentónica en que habita.

Palabras clave: *Lithodes santolla*, centolla, hábitos alimenticios, Patagonia.

ABSTRACT

The feeding habits of the king crab, *Lithodes santolla* (Molina), from the San Jorge Gulf fishing grounds were studied from samples taken at 60-80 m depth between years 1994 and 1995. The stomach contents of 397 individuals (38,8 % males and 61,2 % females) were examined; 48 % of the total stomachs were empty. A greater frequency of empty stomachs were found in the females smaller body size classes, no association with body size were observed in males. All the molting females had empty stomachs; in males, frequency of empty stomachs was independent of molting condition. The empty stomachs proportion was

significantly higher in summer for females and in fall for males. Seven kinds of prey were found in the stomachs. The dominant (in frequency of occurrences) was the anomuran crab *Munida subrugosa* and fishes; followed in next place by the equinoid *Pseudechinus magellanicus* and the bivalve *Nuculana sulculata*. The less frequent group was formed by stomatopods; the squid *Loligo brasiliensis* and the crab *Peltarion spinosulum*. The main change in the composition of diet is the association of *Pseudechinus magellanicus* to fall and winter samples, the fishes to spring and summer samples and *Munida subrugosa* to spring samples. The amount of consumed food was not related to sex, but to body size and season. Individuals of 110-119 mm carapace length consumed significantly more food than those smaller than 99 mm. More food quantity is consumed in winter and *Munida subrugosa* is the most common prey in all seasons. It is concluded that the southern king crab *Lithodes santolla* has a scavenging behavior, making use of dead organisms resulting of the fisheries discarding, but it also feeds on the fauna of the benthic community where it lives.

Key words: *Lithodes santolla*, king crab, feeding habits, Patagonia.

INTRODUCCION

La centolla constituye uno de los principales recursos pesqueros de las aguas costeras del Atlántico y Pacífico sur y resulta también cada vez más importante en la provincia del Chubut donde las capturas, aunque fluctuantes en los últimos tiempos, actualmente superan las 200 toneladas anuales (Vinuesa *et al.*, 1996). Diversos aspectos biológicos y pesqueros han sido estudiados exhaustivamente en el sur de nuestro país y en Chile, en una serie de trabajos entre los que se puede citar a Sanhueza (1979), Campodónico (1971, 1983, 1986), Hernández

et al. (1984), Boschi *et al.* (1984), Bertuche *et al.* (1985), Guzmán (1986), Guzmán & Ríos (1985), Vinuesa & Lombardo (1982), Vinuesa (1982, 1984, 1987, 1991), Vinuesa *et al.* (1991), Vinuesa & Lovrich (1992) y Lovrich & Vinuesa (1995).

Los estudios referidos a los hábitos alimenticios de la especie son escasos y el único antecedente que se conoce es el trabajo realizado en el canal Beagle (Comoglio *et al.*, 1989). Algunos datos anecdóticos fueron aportados también en los trabajos de Scelzo *et al.* (1974) y Vinuesa (1978).

La centolla se distribuye en

aguas templado-frías, subantárticas. En el océano Atlántico se halla en las costas patagónico-fueguinas, isla de los Estados, islas Malvinas, hasta el golfo San Jorge. Hacia el extremo norte de su distribución geográfica, a la latitud de la provincia de Buenos Aires (Argentina) y Uruguay, se las encuentra en aguas profundas (mayores a 200 m), influenciadas por la corriente de Malvinas. En el océano Pacífico, se extiende desde Chiloé hacia el sur por las costas chilenas, estrecho de Magallanes, y el archipiélago fueguino hasta el cabo de Hornos (Vinuesa & Lovrich, 1992).

El presente trabajo tiene por objeto el estudio de los hábitos alimenticios de la centolla, *Lithodes santolla* (Molina, 1782), del golfo San Jorge, con el fin de conocer el papel trófico de esta especie en el ecosistema bentónico.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a los Sres. Vicente y Gabriel Giannotta de la Empresa Pesquera Giannotta por facilitarme los ejemplares de centolla para los muestreos y permitirme el uso de sus instalaciones. A los Sres. Mario Balzi y Gabriel Galíndez por su ayuda incondicional en los trabajos de campo. A los Lic. Eduardo Cabezas y Héctor Zaixso por su colaboración en la clasificación del material. A este último también por su enseñanza y orientación en el uso de los análisis estadísticos aplicados. A los

Dres. Gustavo Lovrich y Julio Vinuesa por la lectura crítica del manuscrito y sus aportes bibliográficos. Al Dr. Julio Vinuesa también por sus enseñanzas y su aliento a seguir siempre adelante.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares estudiados provinieron de la pesca comercial que se realiza en el golfo San Jorge (provincia del Chubut, argentina), entre los 45° S y 46° S y desde la costa hasta aproximadamente los 80 m de profundidad, cerca de la ciudad de Comodoro Rivadavia (45° 51' S y 67° 27' W; Fig. 1). La pesca se realizó con redes de arrastre de ocho metros de ancho por un metro de alto en la boca y red de 12 cm de abertura de malla. Las capturas se realizaron a profundidades que variaron entre los 60 y 80 m. Los muestreos fueron mensuales y se realizaron entre julio de 1994 y junio de 1995.

En la planta de procesamiento y una vez desembarcada la captura, se extrajeron al azar 15 machos y 15 hembras. En cada ejemplar se tomaron el peso del animal vivo (precisión 0,01 g) y la longitud del caparazón (LC), medida desde la base del rostro hasta el borde posterior mediano del caparazón (precisión 0,1 mm). Para algunos de los análisis que se indican más adelante los individuos fueron agrupados en clases

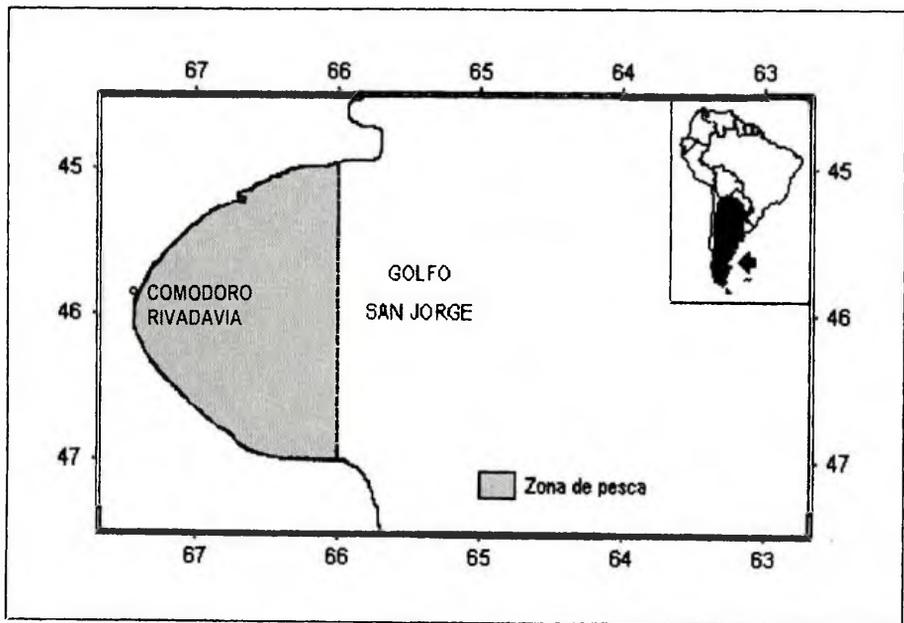


Figura 1: Area de estudio.

de talla de 10 mm de intervalo.

Para poder asociar la alimentación con el estado de muda se diferenciaron distintas condiciones de caparazón a lo largo del muestreo. Se consideró a los ejemplares en período de muda cuando se visualizaba el nuevo caparazón debajo del viejo, o cuando se hallaban mudando o cuando presentaban caparazones blandos. Se consideró como animales en intermuda a los que poseían sus caparazones duros, con o sin epibiontes. Los ejemplares fueron individualizados con una cinta numerada y fijados en una solución de formol en agua de mar al 10%.

En el laboratorio, se realizó la disección de cada ejemplar y se extrajo el estómago cortando en ambos extremos el esófago proximal y el intestino distal, que fueron ligados convenientemente y fijados nuevamente en una solución de formol salino al 10%. Cada estómago fue cortado longitudinalmente, el contenido extraído con un pincel y pesado en una balanza electrónica con una precisión de 0,01 g.

Los contenidos estomacales, que en general estaban muy desmenuzados, fueron analizados bajo lupa binocular estereoscópica y microscopio óptico y sus componentes clasificados al

menor nivel taxonómico posible con diferentes claves de identificación (Boschi, *et al.*, 1992; Castellanos, 1967; Gosztonyi & Kuba, 1996).

Todas las estructuras pertenecientes a osteóctios encontradas en los estómagos de las centollas se hallaban muy trituradas y gastadas lo que imposibilitó su clasificación; la repetición de las mismas estructuras óseas en todos los contenidos estomacales y la presencia en el golfo San Jorge de frecuentes descartes de pesca, permiten suponer que se trataría de juveniles de merluza (*Merluccius hubbsii*), sin embargo ante la imposibilidad de una identificación segura, en el texto se indicará como "pez óseo". La presencia de estomatópodos en los contenidos estomacales fue deducida a partir de la presencia del segundo o tercer maxilípodo y el exopodito de la antena, pero estos elementos no permitieron asignarlos con seguridad a ninguna de las dos especies citadas para el golfo por Boschi *et al.* (1992): *Heterosquilla polydactyla* y *Pterygosquilla armata armata*.

Se calculó el porcentaje de estómagos vacíos en el total de individuos analizados. Se calculó también la frecuencia de ocurrencia de un taxón (Arnaud & Miquel, 1985), como n / N , donde n es el número de estómagos que presentan el mismo taxón o presa y N es el número total de estómagos con alguna presa (no vacíos).

Este índice está referido a la calidad de alimento consumido y mide la frecuencia de aparición de un alimento particular en los contenidos estomacales de los individuos analizados.

La comparación de las frecuencias de ocurrencia de un taxón para las condiciones de muda, clases de talla y estaciones del año, fue estudiada mediante pruebas de G para tablas de contingencia (Sokal & Rohlf, 1981). Cuando se hallaron valores esperados menores que 5, se recurrió al uso de una prueba exacta de Fisher para tablas 2x2 (Maxwell, 1966).

Las muestras mensuales fueron agrupadas por estación del año. Se consideró muestras de primavera a las de septiembre, octubre y noviembre, de verano a las de diciembre, enero y febrero, de otoño a las de marzo, abril y mayo y de invierno a las de junio, julio y agosto.

La cantidad de alimento consumido en relación a la talla fue analizada mediante un análisis de la varianza, previa comprobación de la homoscedasticidad; cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó una prueba de Tukey-Kramer de comparación de medias (Sokal & Rohlf, 1981).

La cantidad de alimento consumido en relación al sexo y a las estaciones del año, fue estudiada mediante un análisis de covarianza, previa comprobación de la homogeneidad de varianzas.

El peso vivo del animal fue considerado como variable independiente y el peso del contenido estomacal como variable dependiente. Cuando se encontraron diferencias significativas en la cantidad de alimento consumido se utilizó una prueba de Gabriel de comparación de medias ajustadas (Sokal & Rohlf, 1981).

Se excluyeron de los análisis cuantitativos a los ejemplares con estómagos vacíos y a aquellos donde el peso del contenido era del orden de 0,01 g.

RESULTADOS

El estudio de los contenidos estomacales de *Lithodes santolla* del golfo San Jorge se realizó a partir de un total de 397 ejemplares, que variaron entre 71 y 136 mm de LC. El 61,2% de ellos correspondieron a hembras (243) y el 38,8% a machos (154).

Estómagos vacíos

El 48% de los individuos analizados tenían sus estómagos vacíos.

Se detectó asociación entre la presencia de alimento y las condiciones de muda en las hembras, pero no en los machos (Tabla I). Todas las hembras que se hallaban mudando o en postmuda registraron sus estómagos vacíos.

Se encontró una asociación

altamente significativa ($p < 0,001$) entre la proporción de estómagos vacíos y la estación del año para ambos sexos (Tabla II). En las hembras, la proporción de estómagos vacíos es más alta en el verano. En los machos la proporción de estómagos vacíos es mayor en el otoño (Fig. 2 a).

Para los ejemplares machos no pudo detectarse asociación entre la proporción de estómagos vacíos y las clases de talla de los animales estudiados (Tabla III). Para las hembras en cambio se obtuvo que la proporción de estómagos llenos estaba asociada a la clase de talla, observándose una mayor proporción de estómagos vacíos en las clases de talla menores (70 a 99 mm LC) (Fig. 2 b).

Hábito alimenticio

En el golfo San Jorge, la dieta de *Lithodes santolla* está constituida por 4 presas principales (Fig. 3 a). En orden de importancia y en términos de frecuencia de ocurrencia las principales presas fueron: el anomuro *Munida subrugosa* (51%), un pez óseo (29%), el equinodermo *Pseudechinus magellanicus* (20%) y el bivalvo *Nuculana sulculata* (16%). Los estomatópodos (3%), el calamar *Loligo brasiliensis* (0,48%) y el cangrejo *Peltarion spinosulum* (0,48%) se observaron en muy baja frecuencia.

En la dieta de *L. santolla* del

P. Balzi: Dieta de *Lithodes santolla*.

Tabla I: Ejemplares de *Lithodes santolla*, machos y hembras por separado, discriminados por presencia de alimento en el estómago y condición de muda. Hembras: prueba de G corregida por Williams y probabilidad asociada (p). Machos: probabilidad de la prueba exacta de Fisher.

		Condición de muda			
		Muda	Internuda	G	p
Hembras	Estómago vacío	17	101		
	Estómago con alimento	0	125	25,17	<0,001
Machos	Estómago vacío	1	73		
	Estómago con alimento	2	78	—	0,5294

Tabla II: Ejemplares de *Lithodes santolla*, machos y hembras por separado, discriminados por presencia de alimento en el estómago y estaciones del año. Pruebas de G corregida por Williams y probabilidad asociada (p).

		Estaciones				G	P
		Primav.	Verano	Otoño	Invierno		
Hembras	Estómago vacío	29	42	41	6	19,00	< 0,001
	Estómago con alimento	63	15	24	23		
Machos	Estómago vacío	7	18	29	20	40,61	< 0,001
	Estómago con alimento	29	21	16	14		

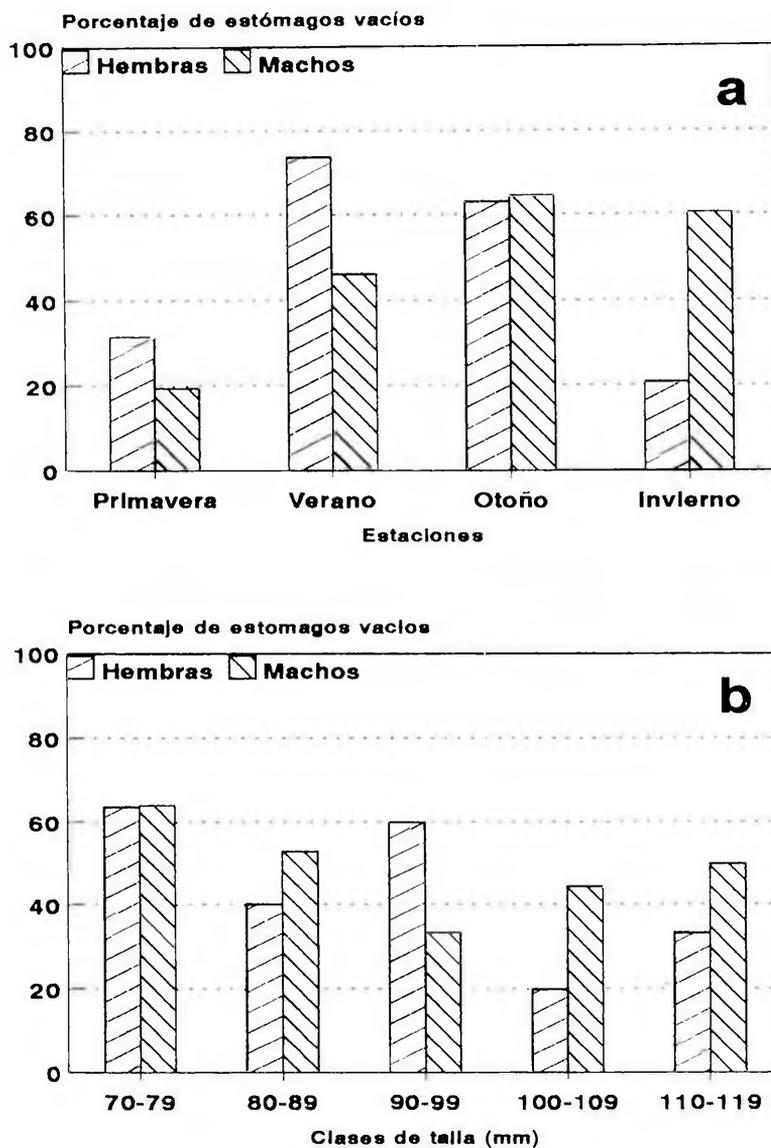


Figura 2: a, Porcentaje de estómagos vacíos para las distintas estaciones del año. b, Porcentaje de estómagos vacíos según la talla de los animales, dispuestos en clases de talla de 10 mm cada una.

Tabla III: Ejemplares de *Lithodes santolla*, machos y hembras por separado, discriminados por presencia de alimento en el estómago y clases de talla de largo del caparazón (mm). Pruebas de G corregida por Williams y probabilidad asociada (p). NS: no significativo.

		Clases de talla					G	P
		70-79	80-89	90-99	100-109	110-119		
Hembras	Estómago vacío	42	37	30	4	5	19,35	< 0,001
	Estómago con alimento	24	55	20	16	10		
Machos	Estómago vacío	16	18	12	12	16	6,16	NS
	Estómago con alimento	9	16	24	15	16		

Tabla IV: Ejemplares de *Lithodes santolla*, discriminados por sexo y tipos de presas. Pruebas de G (tablas 2x2: estómagos con especie indicada vs. estómagos con otras especies) corregidas por Williams y probabilidades asociadas (p). En estomatópodos se aplicó una prueba exacta de Fisher. NS: no significativo.

Tipos de presas	Machos	Hembras	G	p
Munida subrugosa	45	63	0,666	> 0,1 NS
Pez óseo	26	33	0,870	> 0,1 NS
<i>P. magellanicus</i>	17	25	0,046	> 0,5 NS
<i>Nuculana sulculata</i>	13	18	1,341	> 0,1 NS
Estomatópodos	1	5	-	0,2449 NS
N totales	80	125		

P. Balzi: Dieta de *Lithodes santolla*.

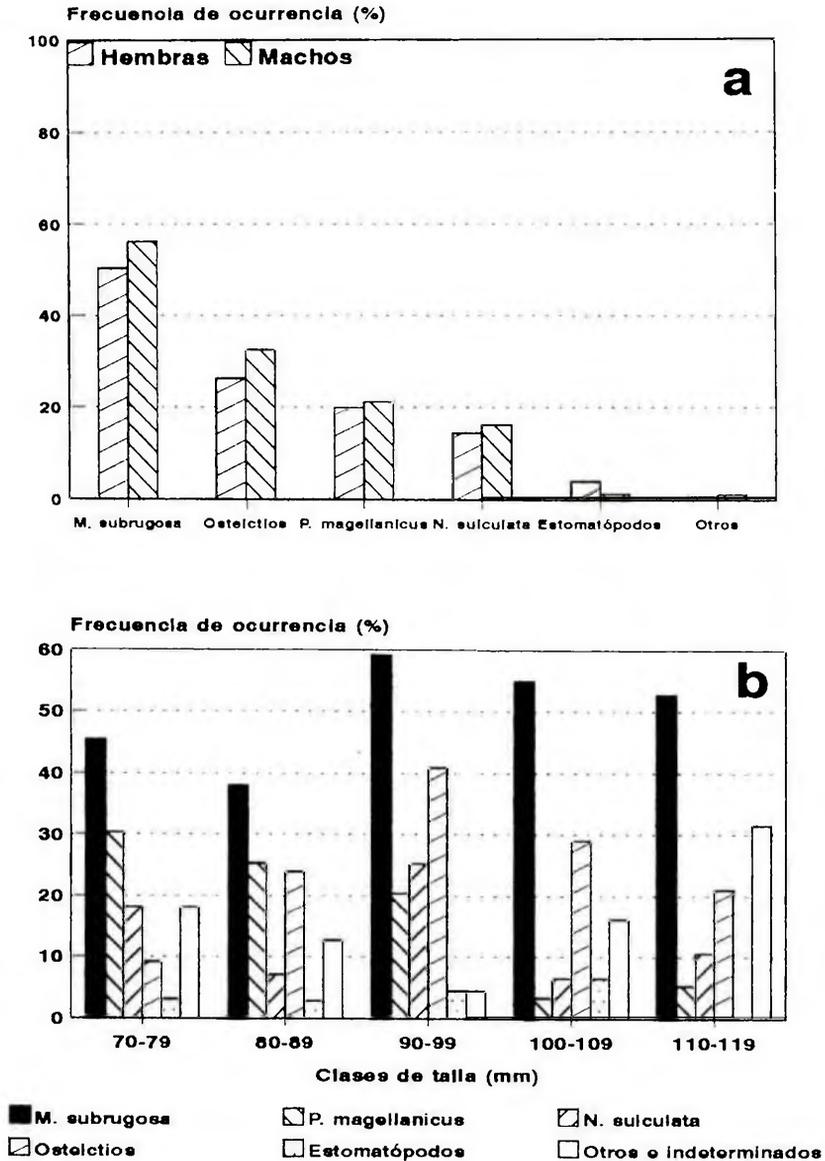


Figura 3: a, Frecuencia de ocurrencia de los grupos de alimento que componen la dieta natural para hembras y machos en *Lithodes santolla*. b, Frecuencia de ocurrencia de los grupos de alimento que componen la dieta natural para hembras y machos por clases de talla.

golfo San Jorge los distintos tipos de presas no varían con los sexos (Tabla IV).

Se encontró por otra parte una asociación significativa entre tipos de presa y clases de talla de centolla (Tabla V; Fig. 3 b). La frecuencia de ocurrencia del equinodermo *Pseudechinus magellanicus* decrece significativamente con la talla de su depredador, pero se halla asociado con tallas menores de 100 mm de longitud de caparazón. El pez óseo y el bivalvo *Nuculana sulculata* son consumidos en mayor proporción por centollas cuyas tallas oscilan entre 90 y 99 mm de LC. No se registra ninguna relación entre el anomuro *Munida subrugosa* y las clases de tallas.

Existen cambios evidentes en la dieta de *Lithodes santolla* según las estaciones del año, con la excepción de *Nuculana* que no se asocia con ninguna. *Munida subrugosa* es predado en mayor proporción en la primavera. El erizo *Pseudechinus magellanicus* registra una marcada asociación con otoño e invierno y el pez óseo con primavera y verano (Tabla VI).

El anomuro *Munida subrugosa* es el alimento dominante en la dieta, en términos de frecuencia de ocurrencia y en casi todo el año, con la excepción del otoño. Durante esta época, el erizo *Pseudechinus magellanicus* es tan frecuente como *M. subrugosa*. Los bivalvos son un grupo que está presente también durante

todo el año y su porcentaje varía entre un 13% en primavera y un 22% en verano (Fig. 4).

Análisis cuantitativo

No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de alimento consumido por sexo, cuando la cantidad de alimento fue corregida por el peso del animal en un análisis de la covarianza (F entre pendientes < 1 ; F entre medias ajustadas < 1).

Se encontraron por otra parte diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) en la cantidad de alimento consumido por las distintas clases de talla de la centolla ($F = 6,88$; $GL = 4$ y 183). Una prueba de Tukey-Kramer no registró diferencias significativas en la cantidad de alimento consumido por centollas cuyas tallas oscilan entre 70 y 99 mm de LC; tampoco en las que registran tallas entre 100 y 119 mm; pero las centollas cuyos tamaños varían entre 110 y 119 mm consumen significativamente más cantidad de alimento que las menores de 99 mm.

Asimismo se encontraron diferencias altamente significativas en las medias ajustadas de alimento consumido en las distintas estaciones del año (Tabla VII). Una prueba de Gabriel señaló que las centollas del golfo San Jorge consumen significativamente más cantidad de alimento durante el invierno que en el resto de las estaciones.

Tabla V: Número de individuos de *Lithodes santolla*, discriminados por clases de talla (largo caparazón en mm) y tipos de presas. Pruebas de G (tablas 2x5: estómagos con presencia de la especie indicada vs. estómagos con otras especies) corregidas por Williams y probabilidad asociada (p). NS: no significativo.

Tipos de presas	Clases de talla (mm)					G	p
	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119		
Munida subrugosa	15	27	26	17	10	6,33	>0,1 NS
Pez óseo	3	17	18	9	4	12,23	<0,025
<i>P. magellanicus</i>	10	18	9	1	1	16,23	<0,005
<i>Nuculana sulculata</i>	6	5	11	2	2	9,62	<0,05
N totales	33	71	44	31	26		

Tabla VI: Número de individuos de *Lithodes santolla*, discriminados por tipos de presas y estaciones. Pruebas de G (tablas 2x4: estómagos con especie indicada vs. estómagos con otras especies) corregidas por Williams y probabilidad asociada (p). P: primavera, V: verano, O: otoño e I: invierno.

Tipos de presas	Estación				G	p
	P	V	O	I		
Munida subrugosa	59	16	17	16	8,76	< 0,05
Pez óseo	32	15	5	7	12,03	<0,01
<i>P. magellanicus</i>	8	6	16	12	20,15	< 0,001
<i>Nuculana sulculata</i>	13	6	7	5	0,37	>0,9 NS
N totales	92	36	40	37		

P. Balzi: Dieta de *Lithodes santolla*.

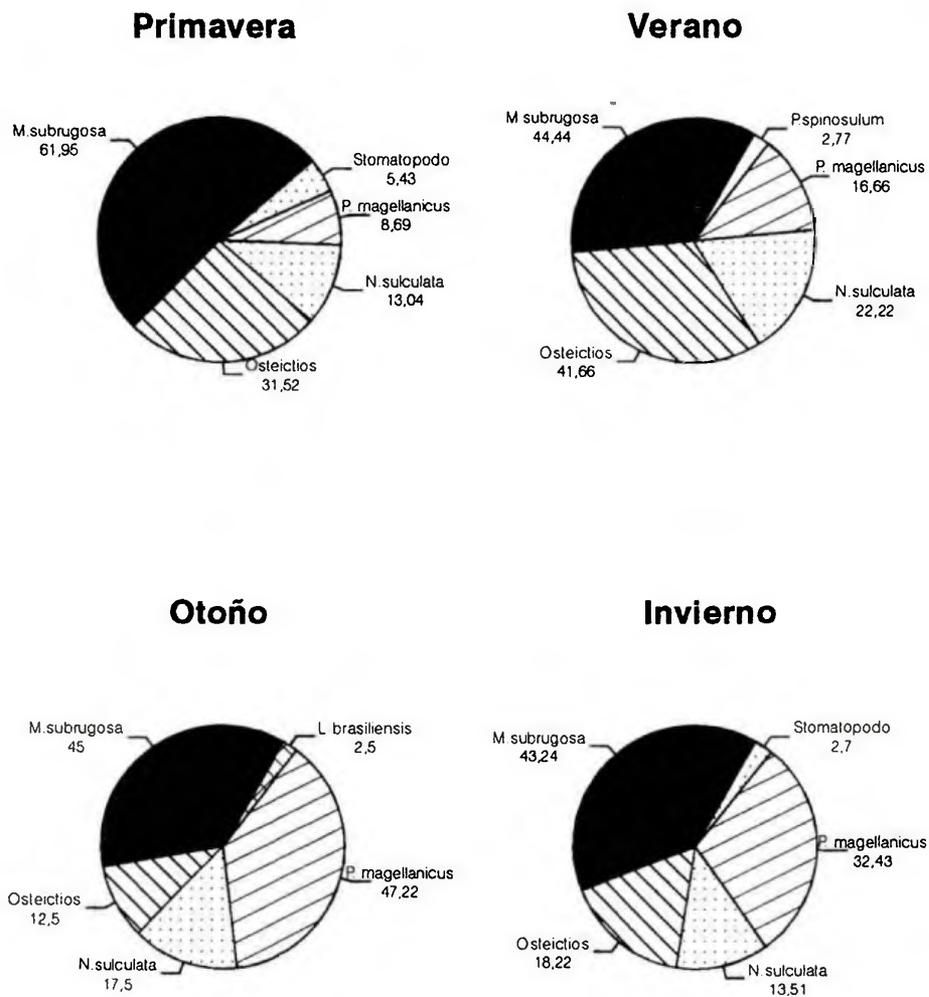


Figura 4: Frecuencia de ocurrencia de los grupos de alimento que componen la dieta natural para las distintas estaciones del año.

Tabla VII: Análisis de la covarianza de la cantidad de alimento en las distintas estaciones del año en función del peso de los animales, valores de F y probabilidades asociadas (p). P: primavera, V: verano; O: otoño; I: invierno. Xmed: media del peso del animal. Ymed: media del peso del contenido estomacal. YmedAJUS: media ajustada del peso del contenido estomacal. ESYA: error estándar de las medias ajustadas. A: ordenada al origen. B: pendiente. GL: grados de libertad. SC: suma de cuadrados. CM: cuadrado medio. NS: no significativo.

GRUPO	Xmed	Ymed	YmedAJUS	ESYA	A	B
P	544,2857	1,2458	1,2110	0,1422	0,54584	0,00129
V	527,3530	1,0079	0,9939	0,2230	-0,42714	0,00272
O	397,3684	0,7758	0,9219	0,2153	0,87000	-0,00024
I	572,2581	2,5106	2,4413	0,2344	2,15188	0,00063

Diferencias entre pendientes

Fuente variación	GL	SC	CM	F	p
En B	3	10,08113	3,36038	2,021	NS
Suma de gp. Dev	179	297,58742	1,66250		

Pendiente común: 0,00123

Diferencias entre medias ajustadas

Fuente variación	GL	SC	CM	F	p
Medias ajustadas	3	48,71775	16,23925	9,606	<0,001
Error	182	314,10604	1,69049		

DISCUSION

El presente trabajo demuestra que en el golfo San Jorge la mayor cantidad de estómagos vacíos coincide con la muda, que es estacional y, en las hembras en particular, con la reproducción. Para la centolla en el canal de Beagle se ha señalado que del total de individuos en condiciones de muda, el 73,1 % de los estómagos estaban vacíos o mostraban restos mínimos de alimento (Comoglio *et al.*, 1989). Numerosos crustáceos anomuros y braquiuros se alimentan a lo largo de todo el año, pero un cese en la alimentación o una actividad alimentaria mínima ha sido registrada en muchas especies durante el período de muda (Feniuk, 1945; Kun & Mikulich, 1954; Kulichkova, 1955; Cunningham, 1969, según Jewett & Feder, 1982).

En los machos de *Lithodes santolla* no se registra asociación entre estómagos vacíos y talla, pero en las hembras la mayor cantidad de estómagos vacíos corresponde a las tallas menores. Esta conducta puede estar asociada a la alimentación en fondos de descarte pesquero, ya que en la lucha por el alimento los individuos de mayor talla predominan sobre los más pequeños.

La dieta de la centolla *Lithodes santolla* en el golfo San Jorge es muy poco diversa y está constituida por siete presas en total: cuatro muy frecuentes y otras tres

que son ingeridas ocasionalmente. En el canal Beagle y el estrecho de Magallanes, la dieta de la centolla es más diversa y más de 16 grupos de animales y algas son frecuentemente ingeridos; en el caso del canal Beagle más de 40 especies se han registrado en el contenido estomacal de la centolla (Guzmán & Ríos, 1985; Comoglio *et al.*, 1989). En las tres localidades los erizos *Pseudoechinus magellanicus* aparecen como presas en frecuencias similares. Por otra parte, la dieta de la centolla del golfo San Jorge difiere en varios aspectos con la de los individuos del canal Beagle y del estrecho de Magallanes. En estas localidades, las presas más frecuentemente ingeridas por la centolla son los moluscos gasterópodos y las algas, mientras que *Munida subrugosa* y los peces óseos aparecen en frecuencias muy bajas comparadas con las del golfo San Jorge. La ausencia de algas en la dieta de la centolla del golfo San Jorge puede atribuirse a que las muestras se tomaron a profundidades mayores de 60 m, donde las algas se hallan ausentes. Por el contrario, los muestreos realizados en el canal Beagle y estrecho de Magallanes se realizaron mediante buceo autónomo y cerca o dentro de los bosques del alga parda *Macrocystis pyrifera*, donde asimismo son muy abundantes diferentes tipos de algas. En un estudio realizado en la ría de Puerto Deseado, López Gappa

et al. (1982) mencionan al gram-pón de esta alga laminaral como asiento de una riquísima y variada fauna y flora. Se determinaron en el mismo 243 taxones correspondientes a 27 grupos taxonómicos. Ambientes tan distintos podrían dar una explicación a la gran diferencia en la diversidad de especies entre estas localidades.

En la dieta natural de *Lithodes santolla* en el golfo San Jorge, el anomuro *Munida subrugosa* y los peces óseos son las especies dominantes. Por un lado, esta alta frecuencia podría deberse a que la centolla tiene un hábito carroñero como el de *Lithodes ferox* (Abelló, 1995) y aprovecha el producto del descarte de la pesca de arrastre que se realiza en el golfo San Jorge. En este golfo, la biomasa proveniente del descarte es a menudo elevada (J. Vinuesa, com. pers.; G. Giannotta, com. pers.) tanto de peces como de *M. subrugosa*, lo que permite suponer el hábito carroñero de la centolla. Sin embargo, cangrejos braquiuros de tamaño y hábitos alimentarios similares a la centolla pueden depredar eficientemente sobre organismos móviles como los peces (Lovrich & Sainte-Marie, 1997). Por otro lado, en el Atlántico Sur y canal Beagle, la abundancia de *M. subrugosa* es del orden de los 30 a 50 animales por m² (G. A. Lovrich, com. pers.). Las altas densidades de esta especie observadas en el golfo San Jorge también podrían

explicar la captura activa de *M. subrugosa* por parte de la centolla.

Los grupos de alimentos dominantes que constituyen la dieta de la centolla en el golfo San Jorge son los mismos tanto para machos como para hembras (*Munida subrugosa*, peces óseos, *Pseudechinus magellanicus*, bivalvos y estomatópodos), con excepción de *Loligo brasiliensis* que fue hallado exclusivamente en hembras y el cangrejo *Peltarium spinosulum* en machos, siendo *Munida subrugosa* y peces óseos las presas consumidas con mayor frecuencia y en mayor cantidad.

Comoglio *et al.* (op. cit.) encuentran que gasterópodos, foraminíferos y algas filamentosas constituye un grupo de alimentos dominante en la centolla del canal Beagle. El grupo siguiente en orden de importancia está constituido por briozoos y el erizo *Pseudechinus magellanicus*; *Munida* (posiblemente *M. subrugosa*) y los peces (Nothotenidae) aparecen como presa pero en un porcentaje bajo. Otro estudio de alimentación en juveniles de esta especie aparece en la recopilación efectuada por Guzmán & Ríos (1985) en la XII Región de Chile, donde mencionan como grupos dominantes a las algas, moluscos y crustáceos, pero no mencionan a *Munida subrugosa* en ningún caso. Al igual que la centolla del golfo San Jorge, la centolla de la costa oeste africana, *Lithodes ferox*, se presenta como predador

de organismos bentónicos, de movimiento lento y epibentónicos, aunque también se observan peces en sus contenidos estomacales. Su dieta, principalmente se basa en crustáceos y peces como grupos de alimentos dominantes, seguidos por bivalvos, equinodermos y poliquetos (Abelló, 1995).

Es importante hacer referencia a *Munida subrugosa* y al pez óseo como grupos de presas dominantes en el golfo San Jorge, ya que los mismos aparecen en la mayoría de los estómagos estudiados. Es llamativa la predominancia de estos dos taxones en la dieta natural de la centolla, ya que ambos son organismos muy móviles, siendo presas difíciles de capturar. Abelló (1995) atribuyó a una conducta carroñera la presencia de peces en los contenidos estomacales de *Lithodes ferox*. Stevens *et al.* (1982), en un estudio del cangrejo *Cancer magister* hacen referencia a la predominancia de peces en su dieta, descartando que se deba a un fenómeno únicamente asociado a la presencia de cangrejos y peces en la red. Dicha aseveración se basa en observaciones del cangrejo en estado libre, capturando y comiendo peces durante la noche. Jewet & Feder (1982) encontraron que numerosas aves y mamíferos marinos se alimentaban de cardúmenes de peces y presumen que algunos de estos peces capturados hayan caído al fondo del mar luego de haber sido

regurgitados o lastimados por los predadores y hayan sido utilizados como alimento por *Paralithodes camtschatica*.

En el golfo San Jorge la pesca comercial se basa fundamentalmente en la captura de merluza (*Merluccius hubsi*); en las redes acompañan a esta especie otros peces como el abadejo (*Genypterus blacodes*), el pez elefante (*Callorhynchus callorhynchus*), el lenguado (*Xystreuris rasile*), el mero (*Acanthistius brasiliensis*), el salmón (*Pinguipes semifasciatus*), la anchoíta (*Engraulis anchoíta*), las rayas (*Raja flavirostris*, *Sympterygia bonapartei*, *Psammobatis scobina* y *Bathyraja brachyurops*) y el tiburón (*Squalus cubensis*), etc.) y crustáceos como la centolla, el langostino (*Pleoticus muelleri*) y grandes cantidades de *Munida subrugosa*. Una maniobra común realizada por las embarcaciones es el descarte a bordo de organismos que no son de interés comercial (por ejemplo *Munida subrugosa*) y de ejemplares pequeños de peces. En ocasiones se descartan también especies comerciales, como la merluza, por la aparición inesperada de grandes bancos de especies de alto valor como la centolla o el langostino. Estos fondos de pesca con productos del descarte dan una posible explicación al comportamiento alimenticio de la centolla en el golfo San Jorge.

Se ha visto en este trabajo que la cantidad de alimento

consumido no varía con los sexos, pero si lo hace con las distintas clases de tallas. Resultado similar registran Comoglio *et al.* (1989) en la cantidad de alimento consumido por sexos para la centolla del canal Beagle, pero concluyen que las centollas más pequeñas consumen significativamente más alimento que las mayores. Similares conclusiones han sido registradas para otros crustáceos braquiuros y anomuros de otras latitudes (Jewett & Feder, 1982; Choy, 1986). En nuestro caso las centollas con tallas entre 110 y 119 mm de LC consumen significativamente más cantidad de alimento que las menores de 99 mm; el hecho de haber estudiado en este trabajo solo ejemplares mayores de 70 mm de LC y en un ambiente tan distinto al del canal Beagle, puede haber influido en esta divergencia en las observaciones efectuadas.

En general, las oscilaciones estacionales en la dieta de los crustáceos se relacionan con cambios estacionales en la abundancia de las presas y es factible que esta relación sea tan importante que la estacionalidad de las presas y la densidad relativa de las mismas casi se puede predecir por su abundancia en los estómagos (Laughlin, 1982; Stevens *et al.* 1982). Las variaciones estacionales en la dieta de los cangrejos *Liocarcinus holsatus* y *L. puber* se deben presumiblemente a cambios en la disponibilidad de las presas a

lo largo del año (Choy, 1986).

La dominancia de *Munida subrugosa* y del pez en la dieta de la centolla en todas las estaciones del año puede deberse a la disponibilidad de estas especies lastimadas y/o muertas en los fondos, como consecuencia de una intensa actividad de descarte. La dominancia del erizo *Pseudechinus magellanicus* en otoño e invierno podría coincidir con una disminución de *Munida subrugosa* en esas estaciones del año, que corresponderían a la época reproductiva (J. Vinuesa, com. pers.) o bien a una disminución del pez óseo y por ende, una disminución en su pesca.

BIBLIOGRAFIA

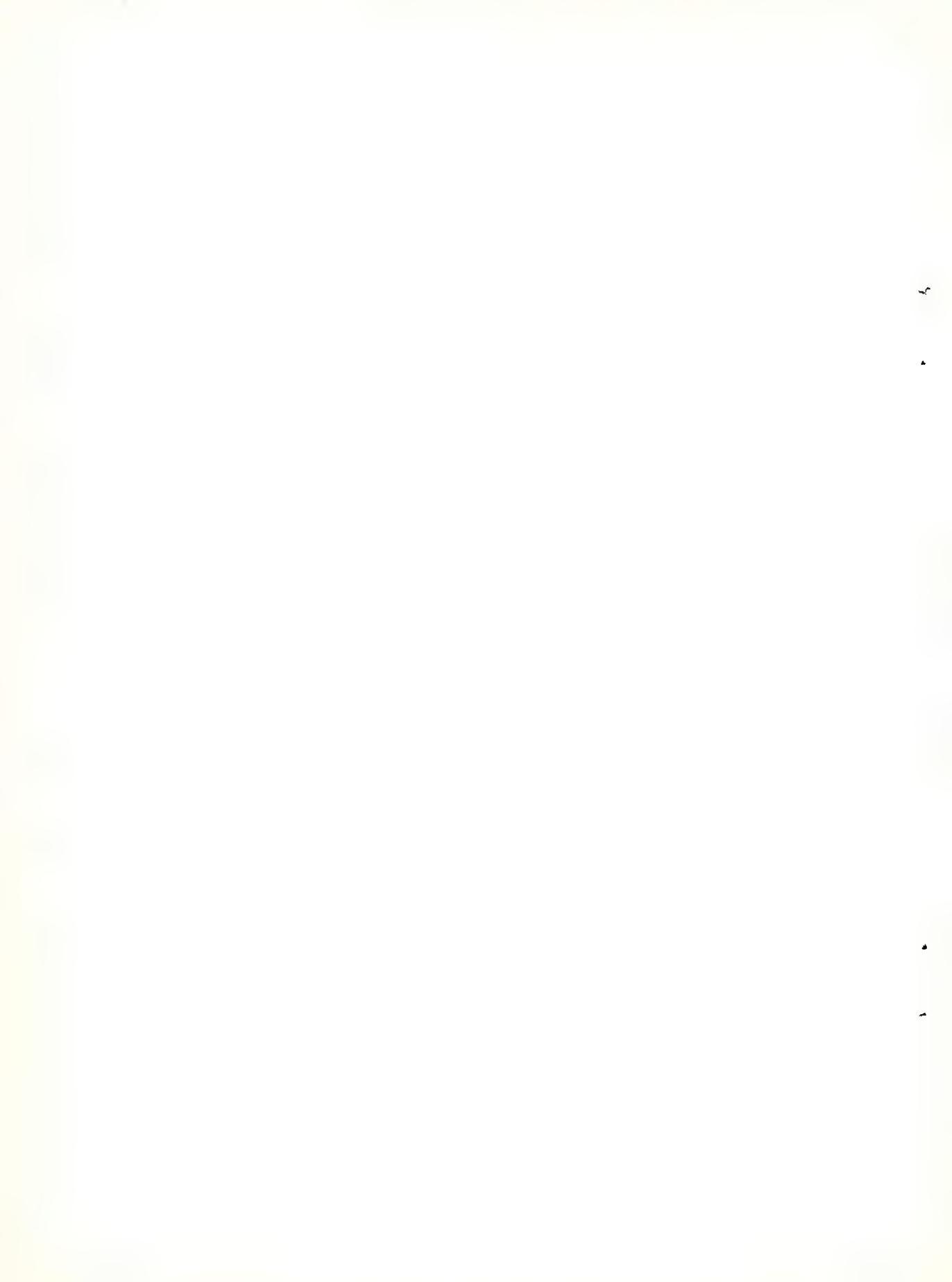
- Abelló, P. 1995. Note on the diet of *Lithodes ferox* (Anomura: Lithodidae) of Namibia. S. Afr. J. mar. Sci., 15: 273-177.
- Arnaud, P. M & Miquel J. C. 1985. The trophic role of the stone crab, *Lithodes murrayi*, in the benthic ecosystem of the Crozet Island. En W. R. Siegfried, P. R. Condy & L. M. Laws (eds) Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Bertuche, D. A., Wyngaard, J. G. & Boschi, E. E. 1985. The fishery of Beagle Channel king crab (*Lithodes antarcticus*). Proc. Int. King Crab Symp., Jan. 22-24, Anchorage, Alaska, USA: 249-266.
- Boschi, E. E., Bertuche, D. A. & Wyngaard, J. G. 1984. Estudio

P. Balzi: Dieta de *Lithodes santolla*.

- biológico pesquero de la centolla, *Lithodes antarcticus* del canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. INIDEP, Contribución 441: 9-72.
- Boschi, E. E., Fischbach, C. E. e Iorio, M. I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de la Argentina. Frente marítimo, Sec. A 10: 7-94.
- Campodónico, I. 1971. Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinet en condiciones de laboratorio. An. Inst. Pat., Chile, 2 (102): 181-190.
- Campodónico, I. 1983. Investigaciones sobre el parasitismo por rizocéfalos en poblaciones de centolla *Lithodes antarcticus* y centollón *Paralomis granulosa* de la Región de Magallanes. An. Inst. Pat., Punta Arenas, 10: 229-234.
- Campodónico, I. 1986. Estudio de las poblaciones de hembras de centolla. En: Diagnóstico bio-pesquero de la centolla, XII Región, 1985. Inst. Fom. Pesq., Chile: 1-17.
- Castellanos, Z. J. A. de 1967. Catálogo de moluscos marinos bonaerenses. Anales de la Comisión de Investigación Científica, Provincia de Buenos Aires, Argentina: 9-365.
- Choy, S. C. 1986. Natural diet and feeding habits of the crabs, *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decápoda, Brachyura, Portunidae). Mar. Ecol., 31: 87-99.
- Comoglio, L. I., Vinuesa, J. H. & Lovrich, G. A. 1989. Feeding habits of Southern King Crab, *Lithodes santolla* (Molina) and the false King Crab, *Paralomis granulosa* (Jacquinot), in the Beagle Channel. Proc. Internat. Symp. King Tanner Crabs, Anchorage: 315-325.
- Gosztanyi, A. E. & Kuba, L. 1996. Atlas de huesos craneales y de la cintura escapular de peces costeros patagónicos. Informe Técnico 4. Plan de manejo integrado de la zona costera patagónica. Fundación Patagonia Natural. 29 pp.
- Guzmán, L. & Ríos, C. 1985. Investigación, Manejo y Control de las pesquerías de la centolla y centollón de la XII Región (1979-1983). Informe Consolidado: Recurso centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinet). Inf. Inst. Pat., 34: 259pp.
- Hernández, M. B., Campodónico, I. & Díaz, P. 1984. Investigaciones biológico-pesqueras del recurso centolla (*Lithodes antarcticus*) realizadas entre 1979 y 1984 en la XII Región. Inf. Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile: 139 pp.
- Jewett, S. C. & Feder, H. M. 1982. Food and feeding habits of the King Crab *Paralithodes camtschatica* near Kodiak Island, Alaska. Mar. Biol., 66: 243-250.
- Laughlin, R. A. 1982. Feeding habits of the Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Apalachicola Estuary, Florida. Bull. Mar. Science, 32 (4): 807-822.
- López Gappa, J. J., Romanello, E. E. y Hernández D. A. 1982. Observaciones sobre la macrofauna y flora asociadas a los grampones de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. en la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). Ecosur, Argentina 9 (17): 67-106.
- Lovrich, G. A. y Vinuesa, J. H. 1995. Reproductive Strategies of two Lithodids in the Beagle Channel,

P. Balzi: Dieta de *Lithodes santolla*.

- Argentina. A Complementary Management Tool in a Changing Fishery. International Symposium on Biology, Management, and Economics of Crabs from High Latitude Habitats, Alaska. 16 pp.
- Maxwell, A. E. 1966. Análisis estadístico de datos cualitativos. Unión tipográfica. Editorial Hispano Americana, México, 212 pp.
- Roux, A. M., Fernández, M. & Bremec, C. 1995. Estudio preliminar de las comunidades bentónicas de los fondos de pesca del langostino patagónico del Golfo San Jorge (Argentina). *Ciencias Marinas*, 21 (3): 295-310.
- Sanhueza, A. S. 1979. Centolla: *Lithodes antarcticus* Jacquinot, Crustacea, Decápoda, Anomura, Lithodidae. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. CORFO-IFOP, Chile, 37pp.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1981. Biometry. Freeman and Co., New York, 859 pp.
- Stevens, B. G., Armstrong, D. A & Cushman, R. 1982. Feeding Habits of the Dungeness Crabs *Cancer magister* as Determined by the Index of Relative Importance. *Mar. Biol.*, 72: 135-145.
- Vinuesa, J. H. 1982. Biología de la reproducción y el desarrollo embrionario y larval de la centolla, *Lithodes antarcticus* Jacquinot, en el Canal de Beagle, Tierra del Fuego. Tesis doctoral, Fac. Cs. Exactas y Naturales, Univ. Buenos Aires, 156 pp.
- Vinuesa, J. H. 1984. Sistema reproductor, ciclo y madurez gonadal de la centolla, *Lithodes antarcticus*, del Canal Beagle. *Contrib. INIDEP, Mar del Plata*, 441: 73-95.
- Vinuesa, J. H. 1987. Embryonary development of *Lithodes antarcticus* Jacquinot (Crustacea, Decapoda, Lithodidae). Developmental stages, growth and mortality. *CADIC. Physis, Secc. A*, 45 (108): 21-29.
- Vinuesa, J. H. 1991. Biología y Pesquería de la centolla, *Lithodes santolla*. Atlántica, Río Grande, Brasil, 13 (1): 233-244.
- Vinuesa, J. H. & Lombardo, R. J. 1982. Observaciones sobre el crecimiento en la muda de hembras adultas de centolla, *Lithodes antarcticus* Jacquinot. *Physis, sec. (A)*, 40 (99): 69-74.
- Vinuesa, J. H., Lovrich, G. A. & Comoglio, L. I. 1991. Maduración sexual y crecimiento de las hembras de centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) en el Canal Beagle. *Biota, Osorno, Chile*. 7: 7-13.
- Vinuesa, J. H. y Lovrich, G. A. 1992. Biología y pesca de la centolla en el Canal de Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Recomendaciones para su manejo. *CADIC, Argentina, Contrib. Científica* 15, 27 pp.



ERIZOS DE MAR COMO MODELO EN LOS ESTUDIOS DE LA FERTILIZACION

Sea urchins as models for fertilization studies

Josefina M. S. de Cerezo (*) y Alberto S. Cerezo (**)

(*) Centro de Investigaciones en Reproducción. Facultad de Medicina. UBA. Paraguay 2155. Piso 10. 1121 Buenos Aires. Argentina.

(**) Departamento de Química Orgánica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.

RESUMEN

La presente reseña resume sucintamente el conocimiento actual sobre la sucesión de las etapas de reconocimiento específicas de especie entre las gametas de los erizos de mar [*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816); *Arbacia punctulata* (Lamarck, 1816); *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) y *Strongylocentrotus franciscanus* (A. Agassiz, 1863)]. Se informan algunos de los mecanismos moleculares conocidos y las razones por las cuales especies de este grupo son modelos usados en estudios sobre fertilización pudiendo servir de base para las investigaciones que, sobre este tema, se realizan en mamíferos. Se detallan algunos aspectos de las interacciones célula-célula o célula-ligando que culminan con la fusión de las gametas. Se describe la reacción acrosomal en erizos de mar y en mamíferos, a título comparativo. Se dan

J. S. de Cerezo & A. Cerezo: Erizos de mar y estudios de fertilización.

aspectos del perfil molecular del receptor del oocito de los erizos de mar y se informa sobre los intentos para construir un modelo para mamíferos sobre la base de la hipótesis fertilina-integrina. Se describe el destino del receptor del espermatozoide de los erizos de mar luego de la fertilización y los mecanismos para prevenir la polispermia desarrollados por el oocito. Se comenten finalmente las perspectivas futuras para el estudio a nivel molecular del complejo problema de la fertilización en las distintas especies.

Palabras clave: erizos de mar, fertilización, reconocimiento de gametas.

ABSTRACT

This review briefly informs about the knowledge on the different steps of the species-specific recognition between the sea urchins [*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816); *Arbacia punctulata* (Lamarck, 1816); *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) and *Strongylocentrotus franciscanus* (A. Agassiz, 1863)] gametes. We inform about some of the molecular mechanisms involved in these events and the reasons why this animal group is a model to study mammalian fertilization. Some aspects of cell-cell and cell-ligand interactions that culminate in gamete fusion are given. A brief comparison between sea urchin and mammalian acrosome reaction is also made. A design of a model of the primary structure of the sea urchin egg receptor for sperm is shown. A model is proposed for molecular interactions involved in binding between sperm and egg plasma membranes on the basis of the hypothesis that fertilin binds to an integrin on the egg plasma membrane. The fate of the sperm receptor following fertilization and the mechanisms to prevent polyspermy are briefly described. A final comment is made on the perspectives in the field of fertilization with respect to the knowledge of the molecular mechanisms that mediate the species-specific interaction between gamete surface membranes in sea urchin and in mammals.

Key words: sea urchins, fertilization, gamete recognition.

INTRODUCCION

Fertilización es el proceso por el cual gametas masculinas y femeninas se unen para producir descendientes, cuya composición genética es diferente de la de sus progenitores. Mucho de lo que sabemos se ha aprendido a partir de estudios de invertebrados marinos, especialmente los erizos de mar, por ejemplo, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816); *Arbacia punctulata* (Lamarck, 1816); *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) and *Strongylocentrotus franciscanus* (A. Agassiz, 1863).

Los erizos de mar pueden ser mantenidos en cautiverio en condiciones sencillas y producen gametas durante períodos que van desde semanas a varios meses según la especie. Las gametas maduras se pueden obtener en grandes cantidades como poblaciones puras, es decir en la misma etapa de desarrollo y los huevos pueden ser fertilizados *in vitro* en condiciones controladas, en agua de mar artificial. Debido a que la inyección intracelómica de cloruro de potasio puede producir 10^7 oocitos o 10^{12} espermatozoides en un desove, las gametas de los erizos de mar son un sistema ideal para estudiar las moléculas de reconocimiento complementarias durante la fertilización (Ohlendieck & Lennarz, 1996). A pesar de la gran distancia evolucionaria entre los erizos de mar y los mamíferos,

muchos de los mecanismos moleculares y celulares involucrados en la fertilización son similares (Alberts *et al.*, 1989). A diferencia de otros procesos de reconocimiento célula-célula, la fertilización no presenta una interacción unitaria sino que comprende una serie de eventos celulares complejos. La Figura 1 da una idea de estos procesos en los erizos de mar y su secuencia. La posibilidad de una interacción exitosa depende de la sincronización en la emisión de las gametas de machos y hembras, la cual a su vez depende de la cantidad de luz diaria, de la temperatura y las corrientes de agua (Ohlendieck & Lennarz, 1996). El desove de los invertebrados marinos podría estar también conectado con las floraciones del fitoplancton (Stan *et al.*, 1990)

Luego del desove, los péptidos emitidos por los oocitos causan cambios cinéticos y direccionales en la motilidad espermática (Hardy *et al.*, 1994). Esta atracción quimiotáctica implica un aumento de oportunidades para el contacto directo entre el espermatozoide y la cubierta gelatinosa del oocito, la cual a su vez induce la reacción acrosomal (ver mas adelante) (Trimmer & Vaquier, 1986). Durante el proceso acrosomal el espermatozoide penetra la cubierta gelatinosa del oocito y una vez activado interacciona directamente con la membrana plasmática uniéndose preferencialmente con protuberancias de la

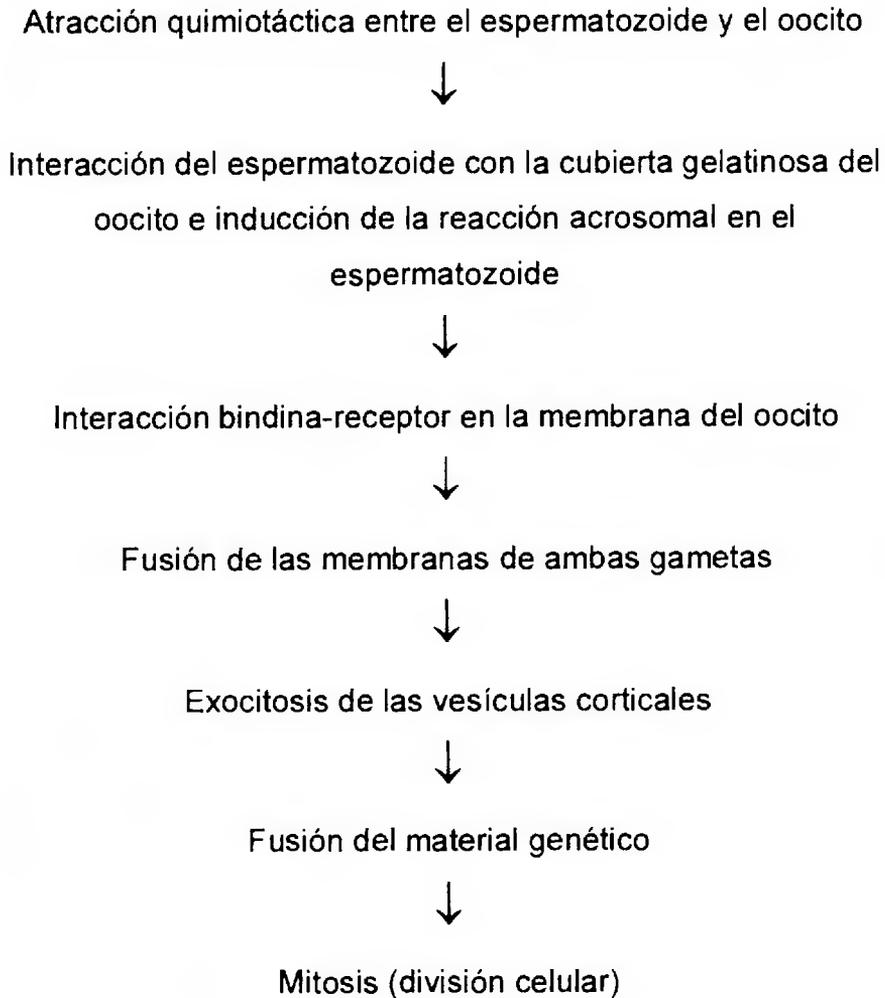


Figura 1: Pasos sucesivos de las etapas de reconocimiento, unión y fusión específicas de especie, durante la fertilización en erizos de mar. **Fuente:** Olhendieck & Lennarz (1996).

superficie conocidas como microvilli. Esta unión está mediada por moléculas de las superficies celulares complementarias: la proteína "bindina" de la superficie del espermatozoide y su receptor, un complejo glicoproteico situado en la superficie del oocito (Lennarz, 1994).

La unión del espermatozoide con la membrana plasmática del oocito gatilla un cambio del potencial de membrana, una rápida y sincronizada exocitosis de gránulos corticales, emisión de calcio intracelular, aumento del pH intracelular y del consumo de oxígeno, así como otros cambios metabólicos complejos. La posterior unión de los núcleos es seguida por el comienzo de la síntesis del DNA y la primera división celular (Ohlendieck & Lennarz, 1996).

Algunos detalles de las interacciones célula-célula o célula-ligando que culminan con la fusión de las gametas se discuten a continuación.

Los autores agradecen a la Lic. Sandra Lelli y la Dra. Cecilia Rodríguez por su colaboración en la producción del manuscrito. Así mismo a la Universidad de Buenos Aires y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por los subsidios que posibilitaron sus investigaciones en el tema.

QUIMIOATRACCION Y ACTIVACION DEL ESPERMATOZOIDE

Los péptidos asociados a la cubierta gelatinosa del oocito emitidos por las especies *Strongylocentrotus purpuratus* y *Arbacia punctulata* inician respuestas específicas en el espermatozoide incluyendo estimulación de la respiración y la motilidad espermática y quimioatracción (Hardy *et al.*, 1994). Estos péptidos se unen a receptores de la membrana plasmática del espermatozoide activándolo e induciendo un incremento de la síntesis del GMP cíclico y cambios en la fosforilación de las proteínas que influyen la dirección y la velocidad espermáticas. El receptor del péptido "speract" (del espermatozoide de *S. purpuratus*) es una proteína de membrana de 77 kDa que comprende una pequeña cola intracelular, un dominio transmembránico y un dominio extracelular rico en cisteína (Dangott *et al.*, 1989). En contraste, el receptor "resact" del espermatozoide de *A. punctulata* es una guanidilciclasa de 160 kDa unida a la membrana (Shimonura *et al.* 1986). Una vez que la célula espermática alcanza la cubierta gelatinosa del oocito se induce la reacción acrosomal que involucra fusión de la vesícula acrosomal con la superficie de la membrana espermática y la exocitosis de los contenidos vesiculares. Esto

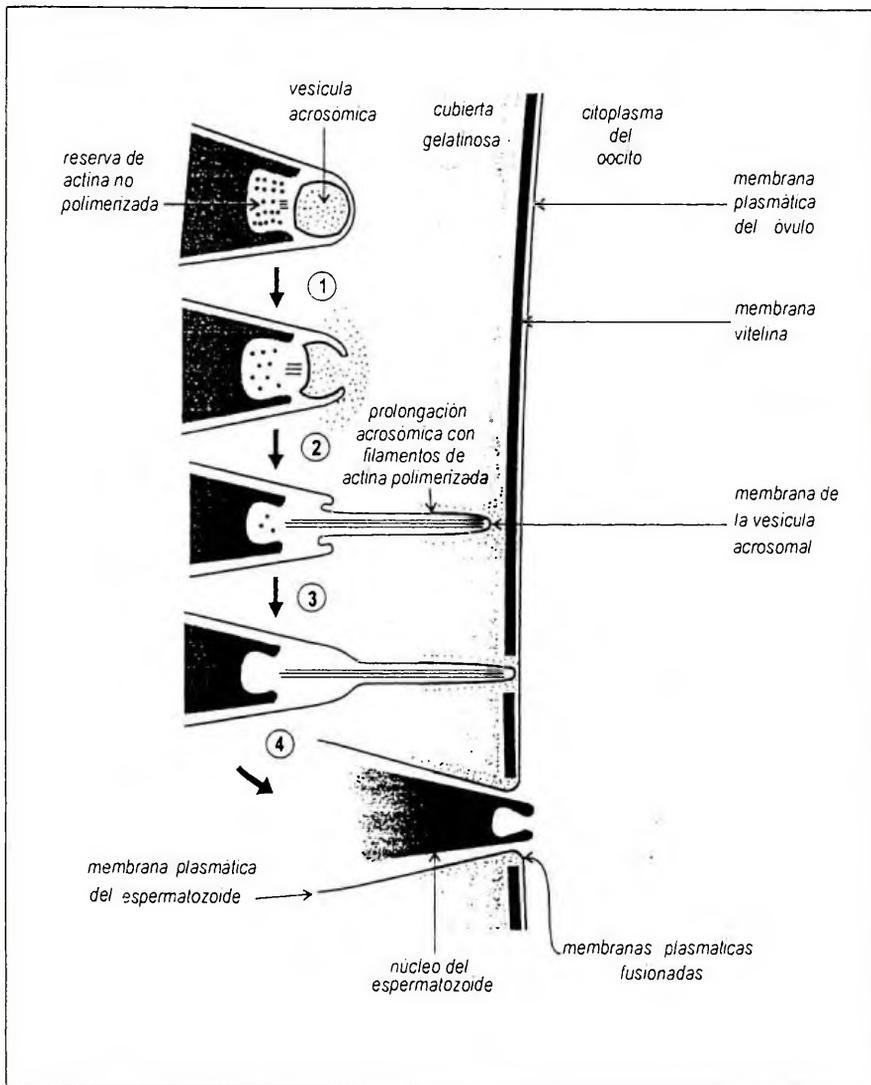


Figura 2: Esquema de la reacción acrosómica en los erizos de mar. Cuando el espermatozoide llega a la cubierta gelatinosa del oocito se produce la excitosis de la vesícula acrosomal (1) seguida por la polimerización de actina para formar la prolongación acrosómica que penetra en la cubierta gelatinosa (2) y (3). Las proteínas liberadas de la vesícula acrosomal se adhieren a la superficie de la prolongación y sirven para unir el espermatozoide a la capa vitelina y, posteriormente para digerirla (3). Cuando la membrana de la vesícula acrosomal, que forma la punta de la prolongación contacta la membrana plasmática del oocito (3), las dos membranas se fusionan (4) permitiendo que el núcleo del espermatozoide penetre en el oocito (4). Fuente: Alberts *et al.* (1989).

coloca a la bindina espermática sobre la superficie exterior de la punta del espermatozoide (Ward & Kopf, 1993) (Fig. 2).

Entre las moléculas responsables de la iniciación de la reacción acrosomal se hallan polímeros de fucosa sulfatada, péptidos y glicoproteínas de la cubierta del oocito. En la especie *Strongylocentrotus purpuratus* estas moléculas se unen a una glicoproteína del espermatozoide de 210 kDa involucrada en los influjos de calcio necesarios para la reacción acrosomal (Trimmer & Vaquier, 1986).

REACCION ACROSOMAL EN LOS ERIZOS DE MAR (*Strongylocentrotus purpuratus* y *S. franciscanus*)

En los erizos de mar la reacción acrosomal ocurre mientras el espermatozoide atraviesa la cubierta gelatinosa del oocito para hacer contacto con la superficie de éste (Fig. 2). La reacción se realiza en varias etapas a saber:

En la primera etapa (1) se libera el contenido de las vesículas acrosomales que consiste en enzimas hidrolíticas y otras proteínas específicas. Esta exocitosis es seguida por la explosiva polimerización de la actina que forma una larga prolongación acrosómica (2) que atraviesa la cubierta gelatinosa (3). El extremo de esta prolongación queda cubierto con las sustancias que componen la

membrana de la vesícula acrosómica y el contenido segregado por ésta (enzimas hidrolíticas, proteínas específicas para la unión con el oocito).

Las enzimas hidrolíticas ayudan al espermatozoide a ponerse en contacto con la cubierta gelatinosa del oocito, se adhieren a la prolongación del acrosoma y actúan fijando el espermatozoide a la membrana vitelina y luego, digiriéndola. Proteínas específicas (entre ellas la bindina) median la unión con la membrana vitelina, interviniendo también los filamentos de actina polimerizada. Cuando la vesícula acrosómica (cuya membrana forma la punta de la prolongación acrosómica) entra en contacto con la membrana plasmática del oocito (Fig. 2 (4), Fig. 3) las membranas de las dos gametas se fusionan permitiendo que el núcleo del espermatozoide entre en el oocito (Fig. 2 (4)).

Como puede apreciarse, es la membrana de la vesícula acrosómica la que se fusiona (Fig. 3). En los mamíferos, en cambio, la fusión se realiza en la región ecuatorial de la membrana plasmática de la cabeza del espermatozoide (Fig. 5).

Es interesante hacer notar que el material de la cubierta gelatinosa, un polisacárido rico en fucosa sulfatada, que gatilla la reacción acrosómica en el espermatozoide de *Strongylocentrotus purpuratus* puede inducir ésta también, *in*

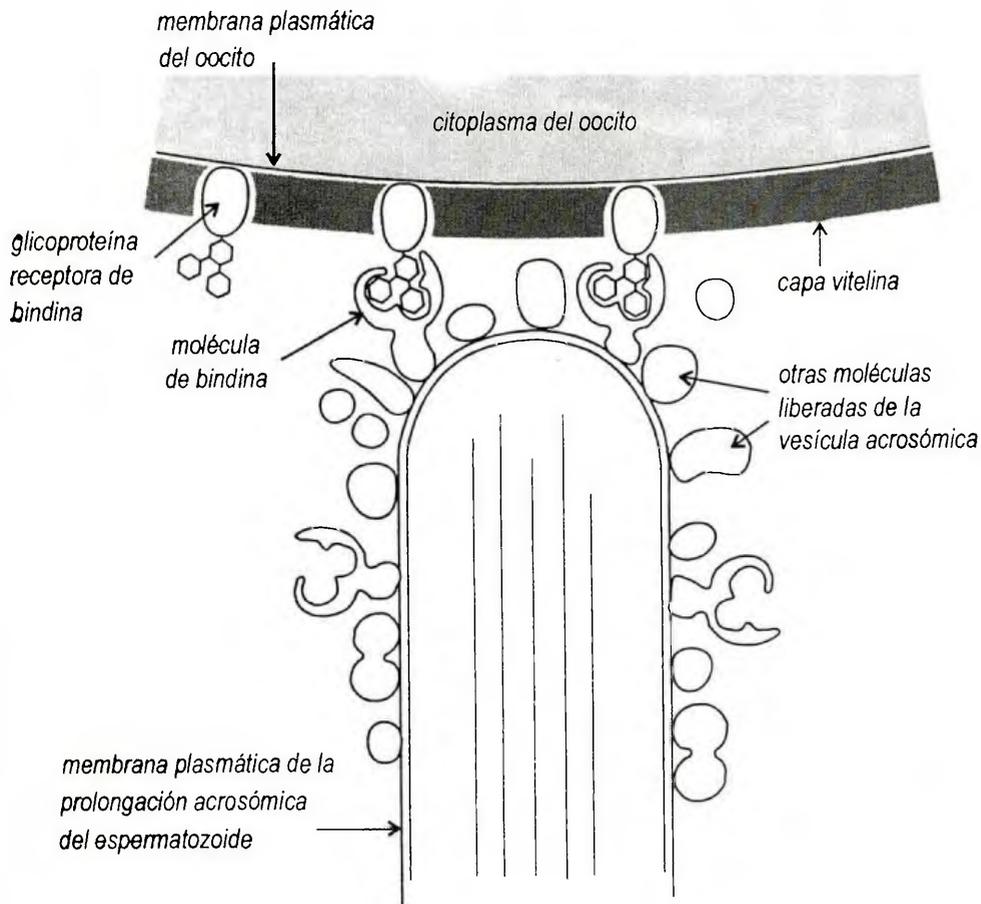


Figura 3: Representación esquemática de las moléculas de bindina cubriendo la superficie de la prolongación acrosomal de un espermatozoide de erizo de mar. Estas proteínas se unen a oligosacáridos específicos de un receptor glicoproteico asociado a la capa vitelina del oocito. Fuente: Alberts *et al.*, (1989).

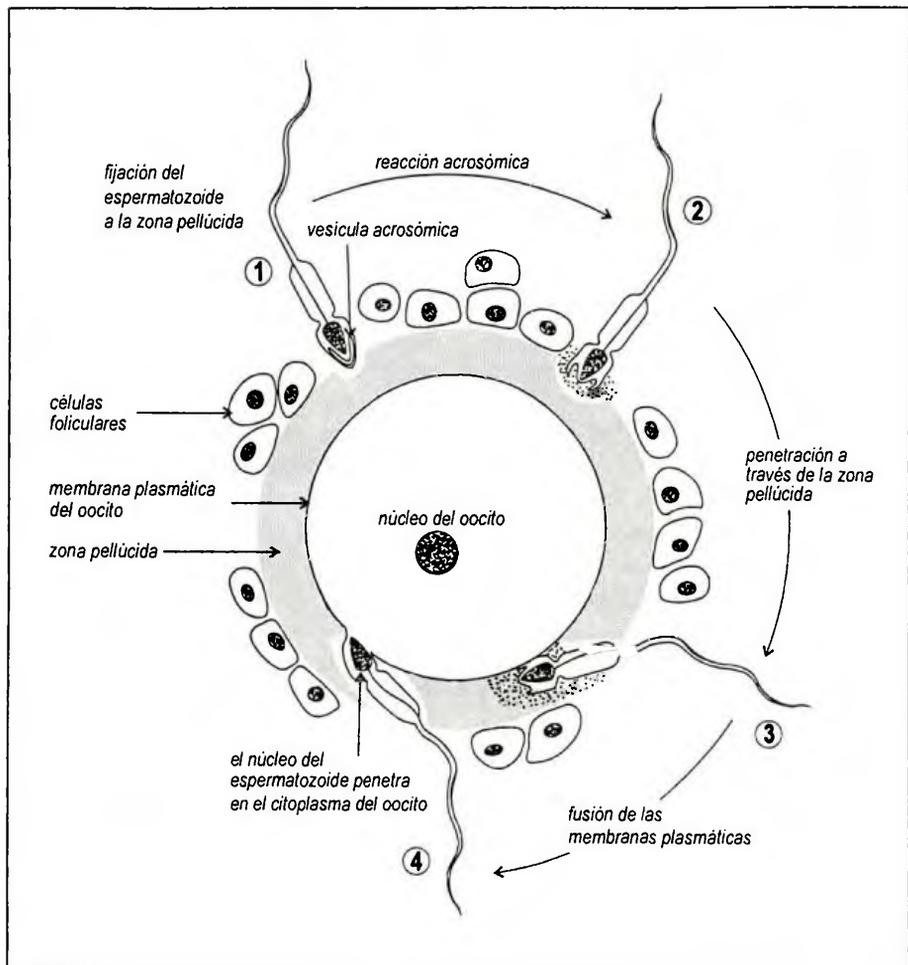


Figura 4: Representación esquemática de la reacción acrosomal en mamíferos. Nótese que el espermatozoide interacciona tangencialmente con la membrana plasmática del oocito de manera que la fusión ocurre de costado y no por la punta de la cabeza como en el espermatozoide de los erizos de mar. Fuente: Alberts *et al.* (1989).

vitro, en espermatozoides de otros erizos de la misma especie. Este material provoca una entrada de Ca^{2+} en la cabeza del espermatozoide induciendo la exocitosis de la vesícula acrosómica. La entrada de Ca^{2+} produce una salida de H^+ aumentando así el pH en la cabeza del espermatozoide. Parecería que ello es responsable de la formación de la prolongación acrosómica y de la estimulación de la polimerización explosiva de actina.

REACCION ACROSOMAL EN MAMIFEROS

Los estudios de fertilización *in vitro* con oocitos de mamíferos muestran que si bien el proceso descrito para la fertilización de los erizos de mar es seguido también durante la fertilización de mamíferos, hay diferencias en algunos de los pasos individuales, por ejemplo, los espermatozoides de mamíferos son incapaces de fertilizar el oocito hasta haber sufrido el proceso denominado "capacitación". Este proceso involucra cambios en la composición lipídica y glicoproteica de la membrana plasmática, así como un aumento en el metabolismo y movilidad del espermatozoide. El

mismo se cumple en el tracto genital femenino y es inducido por las secreciones del mismo. Otra diferencia es que la fusión con la membrana plasmática del oocito de erizos de mar se realiza a través de la membrana de la vesícula acrosómica del espermatozoide mientras que en mamíferos este proceso se realiza por la región ecuatorial de la membrana plasmática (Fig. 5).

En los mamíferos la reacción acrosomal *in vivo* comienza en general cuando el espermatozoide entra en contacto con la *zona pellucida* (Fig. 4) aunque en algunos casos puede comenzar en el *cumulus oophorus* (*).

En casi todas las especies, los espermatozoides realizan la reacción acrosomal en la superficie de la zona antes de penetrar en ella. Los espermatozoides hacen mejor la reacción acrosomal en zona de la misma especie (en este sentido la reacción es especie-específica), aunque también puede ocurrir en zona de otra especie. Por ejemplo el espermatozoide de hamster puede realizar la reacción acrosomal en zona pelúcida humana y aún penetrarla. El espermatozoide de carnero realiza la reacción acrosomal fácilmente en zona bovina. La zona de ratón solubilizada puede inducir reacción

(*) En la ovulación la zona pelúcida está rodeada por el *cumulus ooforus* que consiste en células acumuladas dentro de una matriz formada principalmente por ácido hialurónico.

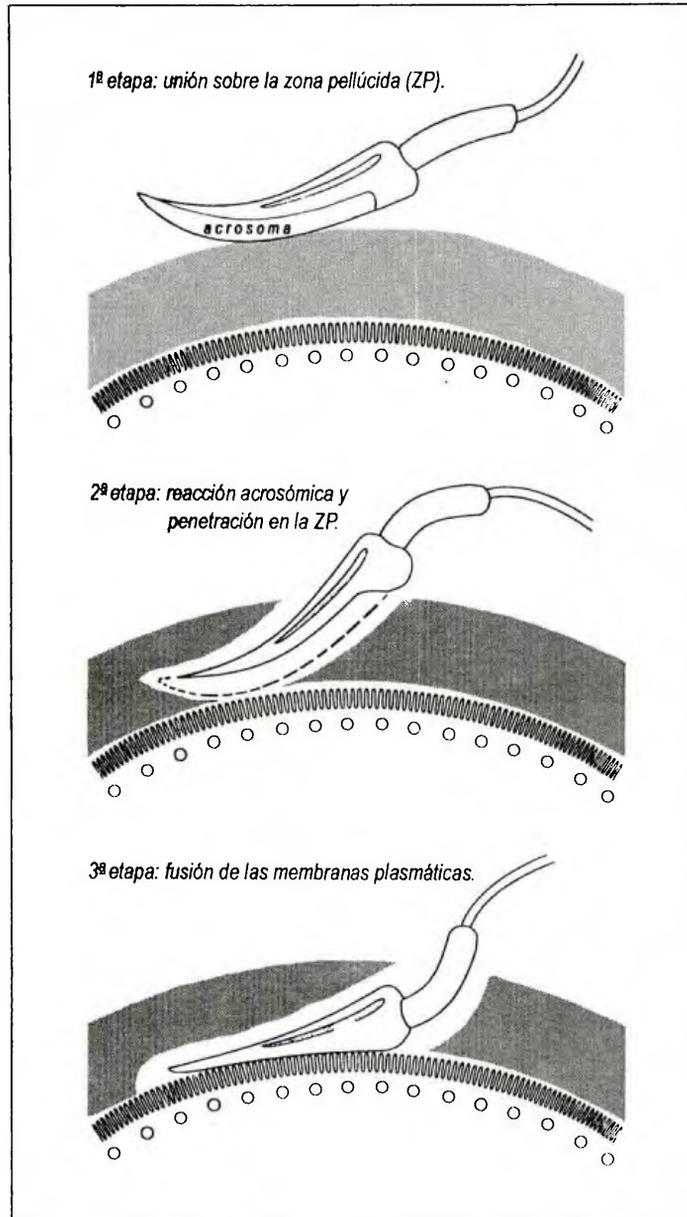


Figura 5: Fusión espermatozoide - oocito en mamíferos. **Fuente:** Snell & White (1989).

acrosomal en espermatozoides humanos, etc.

También sucede en muchas especies que los espermatozoides hagan la reacción acrosomal en ausencia de zona (la hacen en el medio). Esto se relaciona con la llamada reacción acrosomal espontánea. Se trata de un evento fisiológico (y aún patológico) que lleva a producir espermatozoides incapaces de unirse a la zona y de fertilizar el oocito.

Es pues, la zona la que induce la verdadera reacción acrosomal de los espermatozoides capacitados.

Las glicoproteínas de la zona involucradas en la reacción acrosomal y la unión especie-específica, se conocen con el nombre de ZP. Son tres: ZP1, ZP2, ZP3. Esta última es la que actúa como ligando, gatillando la reacción acrosomal y es la responsable de la unión. Aún cuando los experimentos *in vitro* sugieren un rol pasivo para la cadena polipeptídica de ZP3, lo cierto es que la glicoproteína entera muestra una unión más efectiva al espermatozoide que sus glicopéptidos purificados, quienes a su vez son más efectivos que los *O*-oligosacáridos. Esto plantea el problema si la cadena polipeptídica de ZP3 juega un papel directo en la adhesión al espermatozoide o si simplemente determina la "presentación" de los oligosacáridos a sus receptores en el espermatozoide (Wassarman & Litscher, 1995). Las etapas de

"unión-fusión" se muestran en la Figura 5.

El influjo de Ca^{2+} , un aumento en el pH intracelular y la producción de compuestos fusogénicos son esenciales para la reacción acrosomal.

Los espermatozoides con acrosomas intactos no son competentes para la fusión. Esta competencia se logra en varias etapas, al final de las cuales se realiza la reacción acrosomal.

Ya durante el trayecto por el tracto genital femenino, durante la capacitación, la membrana plasmática del espermatozoide sufre cambios moleculares y fisicoquímicos que influyen sobre los dominios de las proteínas putativas para la fusión que se encuentran, en el espermatozoide de mamíferos, sobre el segmento ecuatorial (Fig. 6, A y B).

Inmediatamente antes de la reacción acrosomal la membrana plasmática sobre la zona acrosomal sufre modificaciones (Fig. 6, C) que le permiten comenzar a fusionarse con la membrana acrosomal externa. Cambios semejantes también ocurren en la zona ecuatorial pero esta fusión con la membrana externa es prevenida mediante la presencia de puentes intermembrana que son moléculas que estabilizan la membrana acrosomal externa a la altura del segmento ecuatorial.

La típica reacción acrosomal involucra múltiples fusiones entre la membrana acrosomal externa y

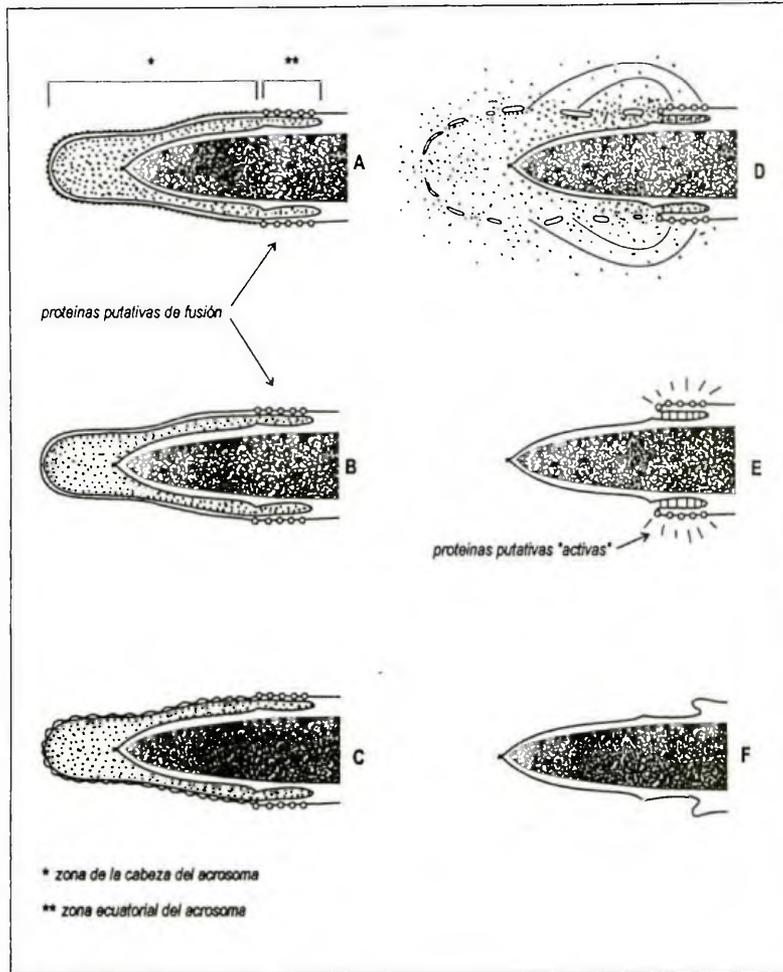


Figura 6: Versión hipotética de cómo el espermatozoide de mamífero se vuelve competente para la fusión con el oocito. La membrana plasmática sobre el segmento ecuatorial tiene una proteína putativa de fusión (A). El recubrimiento superficial del espermatozoide es removido o modificado durante la capacitación (B). Antes de la reacción acrosómica, la membrana plasmática sobre la capa acrosomal sufre cambios drásticos, ya sea en contacto con la zona pelúcida o espontáneamente (C). Las supuestas proteínas de fusión de la membrana plasmática alterada son activadas por enzimas liberadas de la reacción acrosomal (D). La fusión de la membrana plasmática sobre el segmento ecuatorial está impedida por la presencia de puentes intermembrana que estabilizan la membrana acrosomal externa en esa zona. La membrana espermática con proteínas de fusión activas está lista para fusionarse con el oolema (E). Posteriormente, el segmento ecuatorial puede vesicularse y desaparecer (F). Fuente: Yanagimachi (1994).

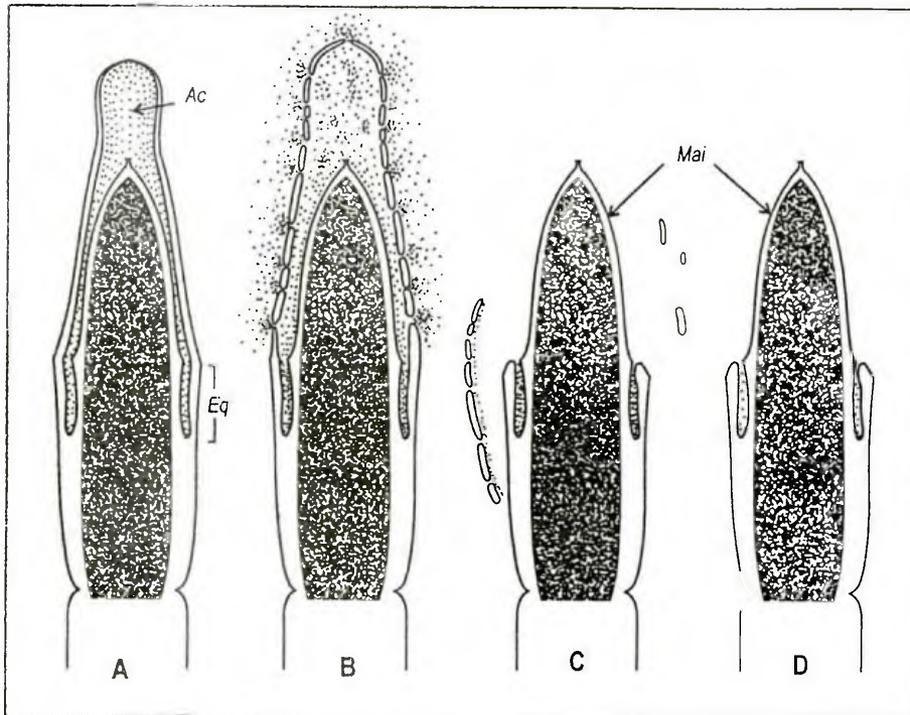


Figura 7: Secuencia de la reacción acrosomal en mamíferos. A: Antes de la reacción. B: reacción en curso. Fusiones múltiples entre las membranas plasmática y acrosomal externa permiten la expulsión del contenido acrosomal. C y D: la reacción es completada. Las vesículas de las membranas se mantienen adheridas por una matriz adherente. **Fuente:** Yanagimachi (1994).
Ac: cabeza del acrosoma; Eq: segmento ecuatorial; Mai: membrana acrosomal interna

la plasmática en la zona acrosomal. Esto permite la expulsión del contenido acrosomal.

La Figura 7 (A, B, C y D) muestra las distintas etapas de la reacción acrosomal. A, antes de la reacción, B, cuando la reacción progresa, múltiples fusiones se producen entre la membrana plasmática y la acrosomal externa para permitir la expulsión de las enzimas. C y D, reacción completa. La matriz acrosomal adhesiva mantiene unidas las membranas vesiculadas que se separan del espermatozoide. Otras vesículas aparecen dispersas.

En la Figura 6 (A, B, C, D y E) se observa la membrana alterada en las etapas previas a la reacción acrosomal y el modo en que el espermatozoide se vuelve competente para la fusión. Las proteínas putativas para la fusión a la altura del segmento ecuatorial del espermatozoide son activadas por las enzimas segregadas durante la reacción acrosomal dejando a la membrana lista para la fusión. Con el tiempo esta zona se vesiculiza (como la zona anterior del acrosoma) y así el espermatozoide pierde la capacidad de fusión.

INTERACCION DE GAME-TAS A NIVEL DE LA MEMBRANA PLASMATICA DEL OOCITO DE LOS ERIZOS DE MAR

Una importante etapa del reconocimiento específico de

especie ocurre sobre la membrana plasmática del oocito. Los conocimientos sobre este tema se basan en la identificación de una proteína "bindina" sobre la membrana del espermatozoide y de su receptor complementario, un complejo glicoproteico sobre la superficie del oocito. La bindina es una proteína de 30.5 kDa que se halla en la vesícula acrosomal y que queda expuesta luego del proceso acrosomal; la bindina se une específicamente a un fragmento extracelular de 70 kDa del receptor. Las técnicas inmunotoquímicas localizan esta proteína en la región de interacción de las superficies de ambas gametas (Moy & Vaquier, 1979). Actualmente se está investigando la posibilidad de que otras moléculas sobre la superficie del oocito o del espermatozoide puedan estar involucradas en procesos adicionales de adición o eventos siguientes a la activación del oocito. La purificación y análisis del receptor en el oocito no está tan adelantada. El uso de una proteasa, la lisilendoproteinasa C (para hidrolizar las proteínas de la superficie del oocito) permitió separar un fragmento de 70 kDa (Foltz & Lenarz, 1992), identificándolo con el receptor del espermatozoide. Este fue el primer miembro identificado de una nueva clase de receptores de espermatozoides y constituye una nueva molécula de reconocimiento celular. Este fragmento purificado inhibe específicamente

la fertilización y se une a la bindina y al espermatozoide que ha experimentado la reacción acrosomal, indicando que deriva del dominio extracelular del receptor del oocito. Un anticuerpo policlonal generado contra este fragmento reacciona con una proteína de 350 kDa que está distribuida en forma homogénea sobre la superficie del oocito (Foltz & Lennarz, 1992).

En los erizos de mar, la inducción de la reacción acrosomal y la unión al espermatozoide son producidas por diferentes moléculas de la superficie del oocito. La reacción acrosomal es inducida por componentes de la cubierta gelatinosa del oocito mientras que la unión al espermatozoide se realiza en la membrana plasmática vía un complejo receptor.

En los mamíferos ambas funciones (inducción de la reacción acrosomal y unión) serían debidas a la mismas moléculas de la superficie del oocito: la ZP3 de la *zona pellucida* y proteínas adicionales. Sin embargo, según se explica más adelante, la unión-fusión no se debe a una, sino a una familia de moléculas.

PERFIL MOLECULAR DEL RECEPTOR DEL ESPERMATOZOIDE EN EL OOCITO DE LOS ERIZOS DE MAR.

El receptor del oocito se caracteriza por poseer una cola

citoplasmática corta, un dominio de transmembrana y un gran dominio extracelular. Como puede verse en la Figura 8, contiene sobre el N-terminal numerosos sitios potenciales de glicosilación N y O situados en un dominio semejante al dominio de la familia de proteínas hsp70 (*heat shock proteins*), el cual es, sin embargo, rico en residuos de cisteína que no están presentes en dichas proteínas. Las hsp70 son proteínas que participan en la unión, plegamiento y traslocación de peptidos. La hsp70 de *Paracentrotus lividus* muestra 82 % de identidad con la hsp70 humana. Sin embargo dicha secuencia de *P. lividus* no señala mayor semejanza con la del dominio hsp70 de *Strongylocentrotus purpuratus*.

Más allá del " dominio hsp70" hay una zona rica en serina y lisina y otra rica en prolina y serina. Se supone que la cola intracelular del receptor es responsable por una señal de transducción posterior a la adhesión del espermatozoide, y que la posición N terminal extracelular contiene un dominio altamente variable, responsable de la unión del espermatozoide, que determina la especificidad de especies (Foltz *et al.*, 1993).

La digestión con pronasa de una preparación purificada del receptor produjo un fragmento rico en hidratos de carbono que se une a espermatozoides que han sufrido la reacción acrosomal.

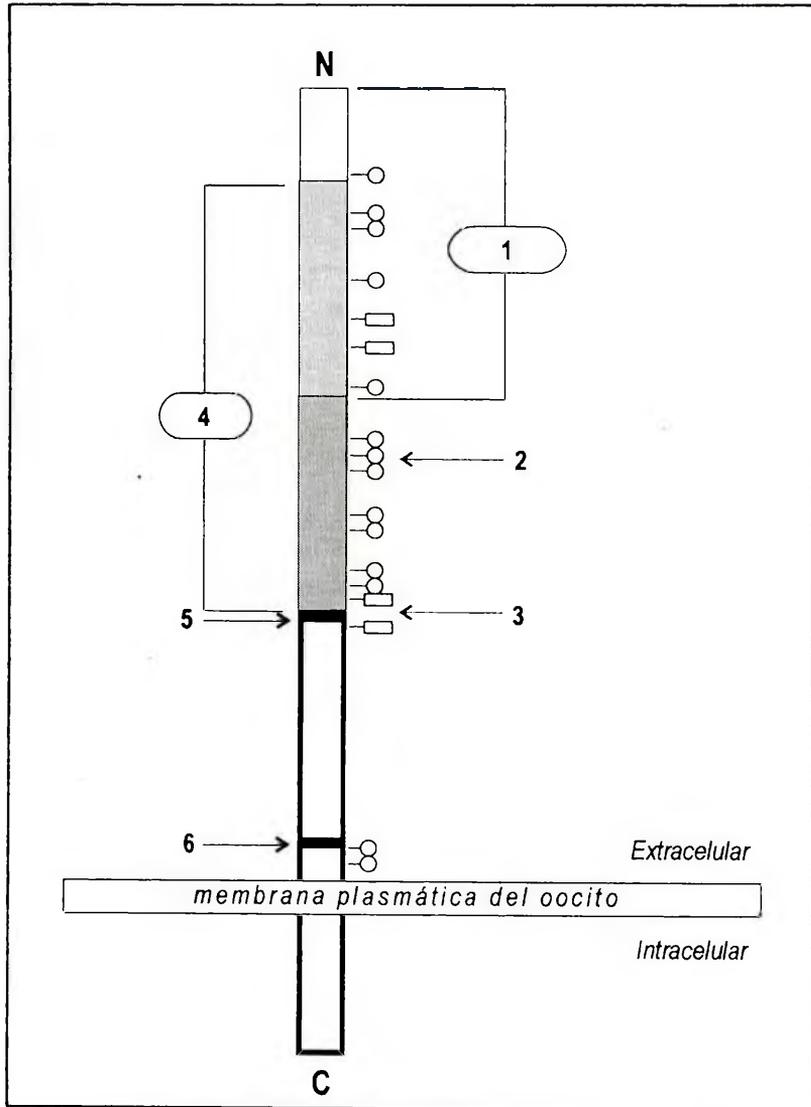


Figura 8: Modelo de la estructura primaria del receptor para el espermatozoide del oocito de los erizos de mar. 1, zona rica en cisteína; 2, sitio potencial de glicosilación *O*-; 3, sitio potencial de glicosilación *N*-; 4, dominio semejante al de la familia de proteínas hsp70; 5, zona rica en serina y lisina; 6, zona rica en prolina y serina. **Fuente:** Olhendieck & Lennarz (1996).

Como se observó que esta unión no era específica de especie (Ruiz-Bravo *et al.*, 1986), se concluyó que si bien las cadenas carbohidráticas son los elementos adhesivos del receptor, el esqueleto polipeptídico es el que produce la especificidad. Sin embargo, posteriormente se probó que una proteína recombinante que representaba el dominio de unión al espermatozoide era específica de especie tanto en la unión con el espermatozoide como en la inhibición de la fertilización (Foltz *et al.*, 1993). Estos resultados parecerían demostrar finalmente que tanto el esqueleto polipeptídico como las cadenas de hidratos de carbono del receptor estarían involucradas en el proceso de unión.

Estudios recientes muestran que una subfracción de oligosacáridos sufre una interacción iónica de baja afinidad con el espermatozoide (Dhume & Lennarz, 1995). Las cadenas de hidratos de carbono aisladas de una preparación homogénea del receptor fueron subfraccionadas usando cromatografía de afinidad y de intercambio iónico. Bioensayos competitivos así como ensayos de unión al espermatozoide indicaron que

oligosacáridos de tipo O muy sulfatados se unían al espermatozoide y tenían alta actividad inhibitoria de la fertilización. Pero estos oligosacáridos no mostraban especificidad, a diferencia del receptor intacto y de la proteína recombinante con el dominio extracelular. Sobre la base de estos estudios se propuso el modelo representado en la Figura 9. En el primer paso se produce una interacción iónica entre las cadenas del receptor tipo O sulfatadas y los ligandos sobre el espermatozoide. En el segundo paso esta interacción iónica de baja afinidad (que no es específica de especie) es seguida por otra de alta afinidad específica de especie entre los ligandos del espermatozoide y uno o mas sitios de unión de la cadena polipeptídica del receptor.

INTENTOS PARA DISEÑAR UN MODELO DE FUSION ESPERMATOZOIDE-OOCITO PARA MAMIFEROS.

Si bien el receptor del oocito de los erizos de mar no posee una secuencia semejante a la de la familia de las integrinas (*) o de las proteínas ZP2 o ZP3 de la zona

(*) Familia de receptores de la superficie celular que unen células a componentes de matrices extracelulares o a otras células. Son complejos, asociados no covalentemente, formados por dos cadenas glicoproteicas de alto peso molecular, denominadas α y β . Funcionan como uniones transmembrana que conectan las matrices extracelulares u otras células con filamentos de actina intracelular, como los microvilli).

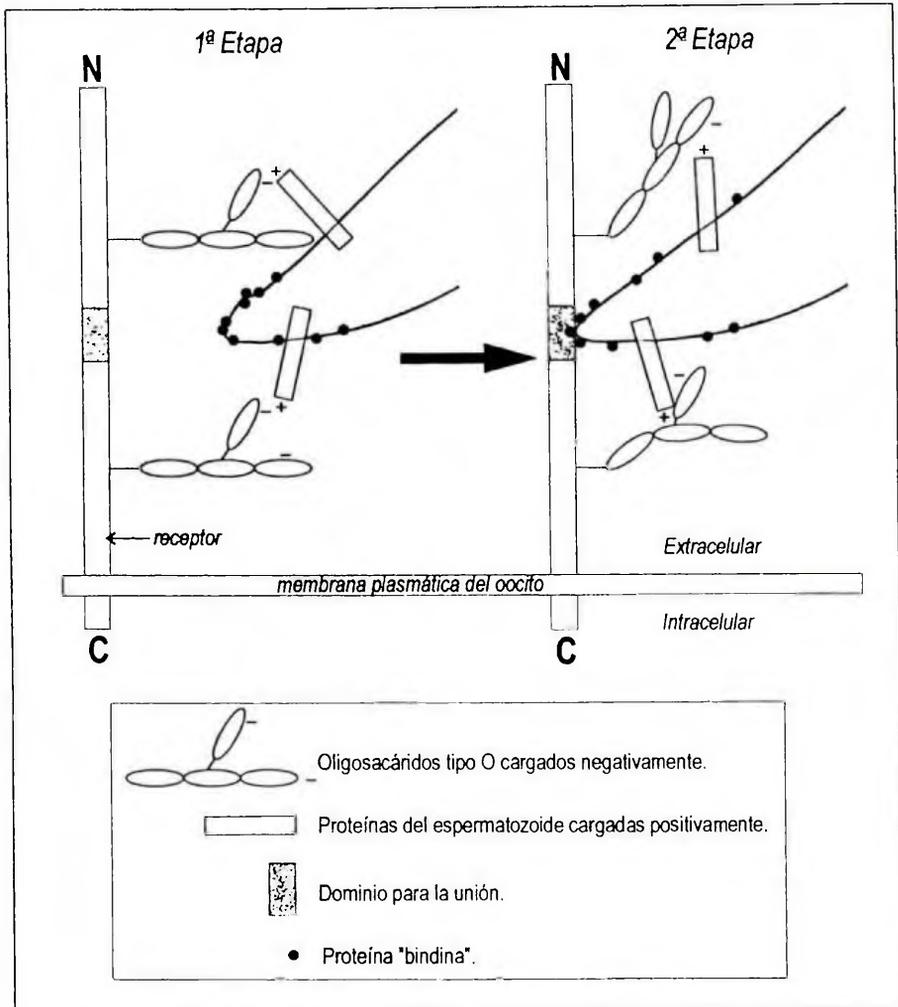


Figura 9: Etapas de la interacción espermatozoide-receptor del oocito en los erizos de mar. Primera etapa: entre los oligosacáridos de tipo O- del oocito, negativamente cargados y los ligandos del espermatozoide. Interacciones iónicas de baja afinidad. Segunda etapa: entre la cadena polipeptídica del receptor del oocito y los ligandos espermáticos. Interacciones específicas de especie, de alta afinidad. **Fuente:** Olhendieck & Lennarz (1996).

pellucida de mamíferos, la posibilidad de un modelo semejante al descrito para erizos de mar, está siendo estudiada para mamíferos sobre la base de la hipótesis fertilina*-integrina (Snell & White, 1996) (Fig. 10). Cualquier modelo de fusión espermatozoide-ooocito debe conciliar, tanto para los erizos de mar como para los mamíferos, dos hechos fundamentales en el proceso de la fertilización: la necesidad de la reacción acrosomal y el hecho de que la fusión está restringida a regiones localizadas de la superficie de ambas gametas (Yanagimachi, 1994).

Por ejemplo, la única porción de la membrana del oocito a la cual se une y fusiona el espermatozoide es la región con grandes cantidades de microvilli. De acuerdo con la hipótesis integrina-ligando, esta zona es donde las integrinas han sido claramente localizadas (Almeida *et al.*, 1995).

Con respecto a la fusión, una hipótesis válida tanto para erizos de mar como para mamíferos se basa en un modelo viral que señala que una proteína compleja con función dual, de unión y fusión, se encontraría en el espermatozoide o en el oocito y que receptores para este complejo, que funcionarían como unión-

fusión, se hallarían en la membrana plasmática de la gameta opuesta. Las interacciones entre estos grupos de moléculas complementarias, inducirían cambios conformacionales en el complejo llevando a exponer los dominios hidrofóbicos que participan en la fusión, los cuales interaccionarían con la bicapa lipídica, consumando así la misma (Fig. 10) (White, 1996: según Snell & White, 1996).

La participación de moléculas complementarias en la unión es un hecho conocido desde hace bastante tiempo. Sobre la base de experimentos con lectinas y neoglicoproteínas conjugadas con isotiocianato de fluoresceína utilizadas como sondas moleculares para la detección de moléculas complementarias, nuestro grupo propuso, en 1988, un modelo para la unión de las gametas, en mamíferos, basado en la interacción dual de moléculas complementarias que actuarían por receptores de doble unión (de Cerezo *et al.*, 1988).

DESTINO DEL RECEPTOR DEL OOCITO PARA EL ESPERMATOZOIDE, LUEGO DE LA FERTILIZACION.

La unión de ligandos, tales como factores de crecimiento u

(*) Se denomina fertilina a un complejo glicoproteico transmembrana de la superficie del espermatozoide de mamíferos que posee un dominio tipo "desintegrina". Es conocido que desintegrinas solubles obtenidas de veneno de serpientes son ligandos de alta afinidad para las integrinas.

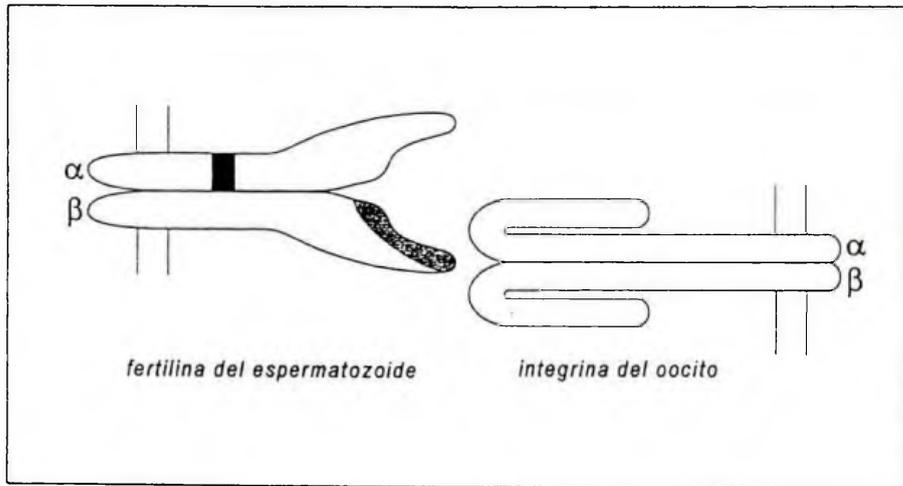


Figura 10: Modelo propuesto para las interacciones moleculares involucradas en la unión entre las membranas plasmáticas del espermatozoide y el oocito en mamíferos. El dominio desintegrina de la fertilina β (en gris) se une a una integrina de la membrana plasmática del huevo. El péptido de fusión en la fertilina α está marcado en negro. Fuente: Snell & White (1996).

hormonas peptídicas, a receptores de superficie en las células correspondientes, termina en una endocitosis mediada por el receptor y finalmente en degradación o reciclado del receptor a la membrana plasmática (Mangelsdorf-Sonderquist & Carpenter, 1986). Estudios recientes sobre el receptor espermático de los oocitos de los erizos de mar mostraron que esta molécula no se internaliza y recicla sino que sufre una rápida degradación luego de la unión del espermatozoide. Una isoforma soluble del receptor es exocitada

en el espacio perivitelino durante la reacción cortical (Ohlendieck & Lennarz, 1996). Treinta segundos después de la adhesión del espermatozoide a la superficie del oocito una proteasa específica es activada y secretada. Posiblemente, esta enzima se encuentra inactiva antes de la fertilización en los gránulos corticales, del oocito. Una fracción del receptor, que está en los gránulos corticales es depositada en el espacio perivitelino, mientras que la parte del receptor asociada a la membrana es rápidamente degradada. Esta

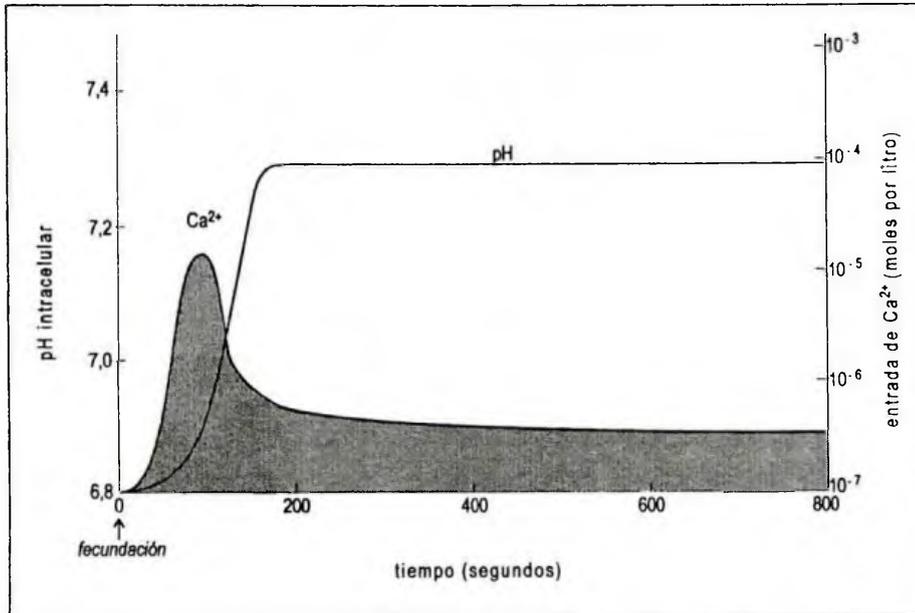


Figura 11: Cambios iónicos responsables de la activación de un oocito de erizo de mar después de la fecundación. A los 20 segundos luego de la fecundación, el Ca^{2+} procedente de reservas intracelulares es liberado al citosol. Aproximadamente a los 60 segundos, una salida prolongada de H^+ acoplada a una entrada de Na^+ , provoca un aumento permanente del pH intracelular. Fuente: Alberts *et al.* (1989).

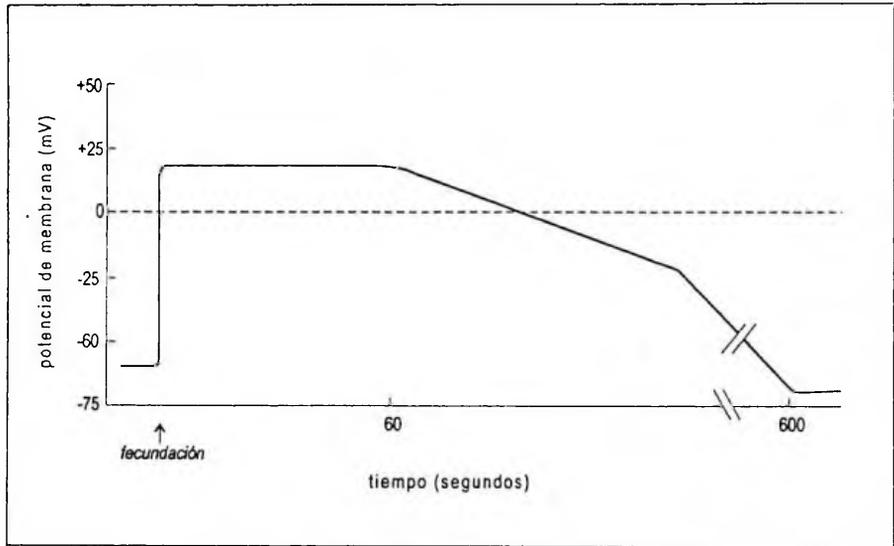


Figura 12: Cambios del potencial del membrana de un oocito de erizo de mar después de la fecundación. Fuente: Alberts *et al.* (1989).

destrucción final está de acuerdo con la hipótesis de una única función del complejo (Ohlendieck & Lennarz, 1996), ya que si este sirviera para otras funciones, tales como procesos de adhesión involucrados en la reestructuración de la superficie de la cigota en etapas previas a la división celular, u otro proceso en los primeros pasos del desarrollo del embrión, no se esperaría una rápida degradación.

MECANISMOS PARA PREVENIR LA POLISPERMIA EN LOS ERIZOS DE MAR

La polispermia, o sea la entrada de exceso de espermatozoides en un oocito después de una fertilización exitosa, produce un desarrollo anormal y finalmente la muerte del embrión. Para evitar la fusión de células espermáticas adicionales, la membrana plasmá-

tica del oocito se despolariza inmediatamente después de la fertilización (Jaffe, 1976) (Fig. 11 y 12).

Sin embargo, este rápido bloqueo eléctrico sólo produce una prevención transitoria (hasta que la exocitosis de los gránulos corticales se completa) de la posterior entrada de espermatozoides. Luego de aproximadamente un minuto de fertilizado el huevo, se manifiesta un nuevo mecanismo: la formación y endurecimiento de la cubierta de fertilización bloqueando definitivamente cualquier interacción entre gametas (Shen, 1995) (Fig. 13). La peroxidasa de los granulos corticales endurece la capa vitelina por entrecruzamiento de los residuos de tirosina de una proteína de dicha capa, usando peróxido de hidrógeno generada por el oocito durante los primeros 15 minutos posteriores a la fusión. El mismo peróxido de hidrógeno es tóxico para el espermatozoide. En adición a estos dos mecanismos existen evidencias preliminares de que la modulación en la disponibilidad del receptor podría actuar como un bloqueo a la polispermia (Ohlendieck & Lennarz, 1996). Luego de la adhesión del espermatozoide el receptor se degrada rápidamente y al mismo tiempo una isoforma del mismo, almacenada en los gránulos corticales del oocito, es secretada en el espacio perivitelino, bloqueando el exceso de espermatozoides.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Si bien los estudios en el campo de la fertilización han avanzado hasta el nivel molecular, aún queda mucho por investigar tanto en organismos marinos de fecundación externa como en aquellos de fecundación interna, desde el punto de vista de la investigación básica y aplicada.

Existen tantas y tan variadas moléculas involucradas en los procesos de unión, fusión que discernir los roles de las mismas y delinear su secuencia de acción puede demandar aún numerosos estudios. Por ejemplo, últimamente ha sido demostrado que en el oocito de mamíferos no sólo integrinas sino numerosas otras proteínas asociadas a ellas participan de estos procesos.

En mamíferos, la presencia del fluido seminal complica aún más el panorama, desde que es sabido que las glicoproteínas del plasma seminal pueden modificar la interacción gamética. El proceso de capacitación está todavía mal definido así como las interacciones iniciales entre el espermatozoide y las células del cumulus.

Por todo esto, es, quizás más lo que se desconoce que lo conocido en el complejo problema de la fertilización en las distintas especies.

Cuando puedan demostrarse los roles precisos de las moléculas involucradas en estos múltiples procesos, se podrá estar en

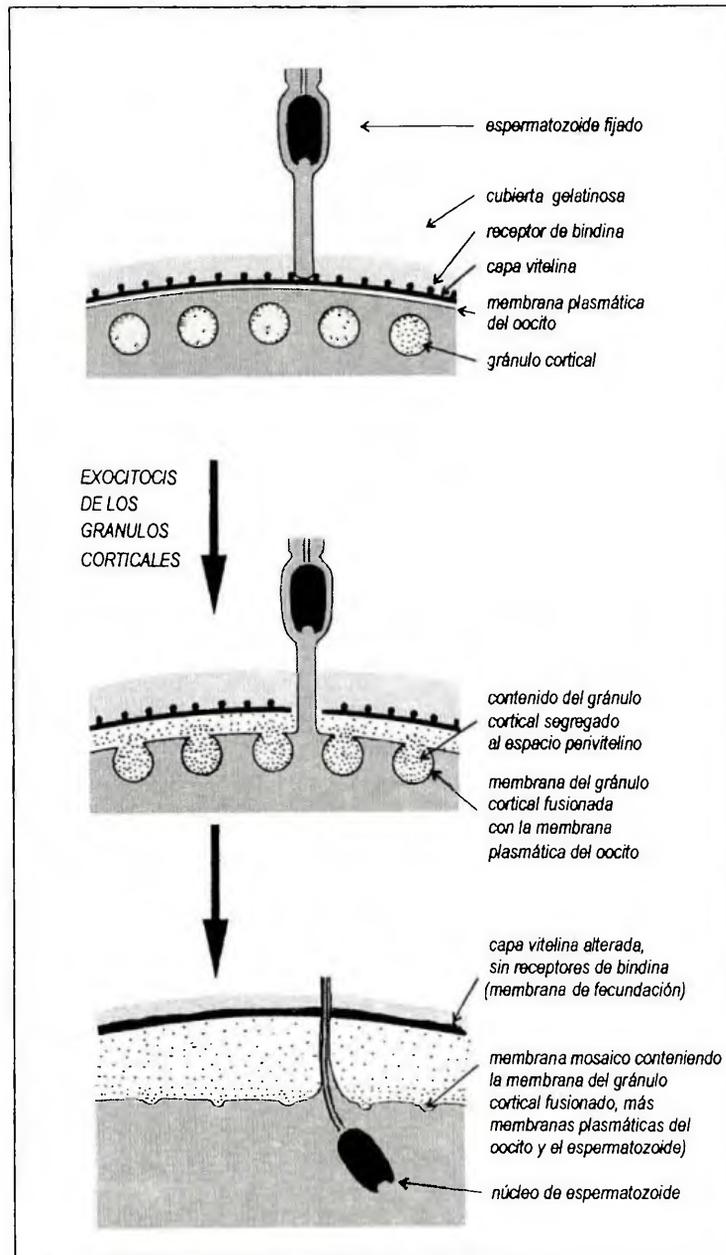


Figura 13: Reacción cortical del oocito de erizo de mar que impide que espermatozoides adicionales penetren en él. **Fuente:** Alberts *et al.* (1989).

condiciones de considerar de qué manera los mecanismos moleculares, y las moléculas específicas que participan en las distintas etapas de la fertilización, se conservaron a través de la evolución biológica. Sería sorprendente que con la aparición de nuevas especies surgieran nuevos mecanismos que implicaran nuevos grupos de moléculas. Por otra parte, podría ser que especies relacionadas requirieran diferentes moléculas de adhesión para prevenir la unión y fusión entre gametas inapropiadas. Con la identificación de los receptores de gametas y la comprensión de los mecanismos de reconocimiento se podrá desarrollar un método seguro de contracepción así como el tratamiento de ciertas formas de infertilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Watson, J.D. 1989. *Molecular Biology of the Cell*. J. D. Garland Publishing Inc., New York-London, 1218 pp.
- Almeida, E. A. C., Huovila, A. P. J., Sutherland, A. E., Stephens, L. E., Calarco, P. G., Shaw, L. M., Mercurio, A. M., Sonnenberg, A., Primakoff, P., Myles, D. G. & White, J. M. 1995. Mouse egg integrin $\alpha 6 \beta 1$ functions as sperm receptor. *Cell*, 81: 1095-1104.
- Dangott, L. J., Jordan, J. E., Bellet, R. A. & Garbers, D. L. 1989. Cloning of the mRNA for the protein that crosslinks to the egg peptide speract. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 86: 2128-2132.
- de Cerezo, J. M. S., Maestre, A. J. & Cerezo, A. S. 1988. Cytochemical detection of receptors specific for N linked oligosaccharides of glycoproteins in the membrane of the human spermatozoon and their distribution in the different zone of that membrane. *J. Reprod. Immunol.*, 14: 213-223.
- Dhume, S. T. & Lennarz, W. J. 1995. The involvement of O-linked oligosaccharides chains of the sea urchin egg receptor for sperm in fertilization. *Glycobiology*, 5: 11-17.
- Dhume, S. T., Stears, R. L. & Lennarz, J. 1996. Sea urchin egg receptor for sperm: the oligosaccharide chains stabilize sperm binding. *Glycobiology*, 6: 59-64.
- Foltz, K. R. & Lennarz, W. J. 1990. Purification and characterization of an extracellular fragment of the sea urchin egg receptor for sperm. *J. Cell. Biol.*, 111: 2951-2959.
- Foltz, K. R. & Lennarz, W. J. 1992. Identification of the sea urchin egg receptor for sperm using an antiserum raised against a fragment of its extracellular domain. *J. Cell. Biol.*, 116: 647-658.
- Foltz, K. R., Partin, J. S. & Lennarz, W. J. 1993. Sea urchin egg receptor for sperm: sequence similarity of binding domain and hsp70. *Science*, 259: 1421-1425.
- Hardy, D., Harumi, T. & Garbers, D. L. 1994. Sea urchin receptors for egg peptides. *Semin. Dev. Biol.*, 5: 217-224.
- Jaffe, L. A. 1976. Fast block to polyspermy

- in sea urchin eggs is electrically mediated. *Nature* (London), 261: 68-71.
- Lennarz, W. J. 1994. Fertilization in sea urchin. How many different molecules are involved in gamete interaction and fusion?. *Zygote* 2: 1-4.
- Mangelsdorf-Sonderquist, A. & Carpenter, G. 1986. Biosynthesis and metabolic degradation of receptors for epidermal growth factor. *J. Membr. Biol.*, 90: 97-105.
- Moy, G. W. & Vacquier, V. D. 1979. Immunoperoxidase localization of binding during sea urchin fertilization. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 13: 31-44.
- Ohlendieck, K. & Lennarz, W. J. 1995. Role of the sea urchin egg receptor for sperm during gamete interactions. *Trends Biochem. Sci.*, 20: 29-33.
- Ohlendieck, K. & Lennarz, W. J. 1996. Molecular mechanisms of gametes recognition in sea urchin fertilization. *Current Topics in Developmental Biology*, 32: 39-58.
- Ruiz-Bravo, N. & Lennarz, W. J. 1986. Isolation and characterization of proteolytic fragments of the sea urchin sperm receptors that retain species specificity. *Dev. Biol.*, 118: 202-208.
- Shen, S. S. 1995. Mechanisms of calcium regulation in sea urchin eggs and their activities during fertilization. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 30: 63-101.
- Shimomura, H., Dangott, L. & Garbers, D. L. 1986. Covalent coupling of a rasact analogue to guanylate cyclase. *J. Biol. Chem.*, 261: 15778-15782.
- Snell, W. J. & White, J. M. 1996. The molecules of mammalian fertilization. *Cell*, 85: 629-637.
- Starr, M., Himmelmann, J. H. & Theniault, J. C. 1990. Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. *Science*, 247: 1070-1074.
- Suzuki, N. 1990. Sperm activating peptides from sea urchin egg jelly. *Bioorg. Mar. Chem.*, 3: 47-70.
- Trimmer, J. S. & Vacquier, V. D. 1986. Activation of sea urchin gametes. *Annu. Rev. Cell Biol.*, 2: 1-26.
- Vacquier, V. D. & Moy, G. W. 1977. Isolation of binding: the protein responsible for adhesion of sperm to sea urchin eggs. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 74: 2456-2460.
- Ward, C. R. & Kopf, G. S. 1993. Molecular events mediating sperm activation. *Dev. Biol.*, 158: 9-34.
- Wasserman, P. M. & Litscher, E. S. 1995. Sperm-egg recognition mechanisms in mammals. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 30: 1-19.
- White, J. M. 1996. Membrane fusion: The influence paradigm. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 60 (en prensa).
- Yanagimachi, R. 1994. Mammalian fertilization. En: *The physiology of reproduction*. E. Knobel & J. D. Neil (eds). Raven Press Ltd., New York: 189-280.



PRESENCIA DE *MICROZONIA VELUTINA* (HARVEY) J. AGARDH EN LAS COSTAS DEL CHUBUT, ARGENTINA.

Presence of *Microzonia velutina* (Harvey) J. Agardh in Chubut shores (Argentina).

Juan Escobar

Centro Nacional Patagónico. Bv. Alte. Brown s/n. 9120 Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

En mayo de 1995, se reconoció *Microzonia velutina* (Harvey) J. Ag. (Agardh, 1894; Harvey & Hooker, 1855) en playa Santa Isabel, Chubut, ($43^{\circ} 25'S$; $65^{\circ} 05'W$) creciendo adherida a las paredes sombreadas de los canales de marea del mesolitoral inferior. Hasta la fecha esta especie sólo ha sido citada para la costa argentina en la localidad de Puerto Deseado, Santa Cruz, ($47^{\circ} 45'S$; $65^{\circ} 53'W$) por Asensi (1971), por lo que con este trabajo se amplía la distribución de la especie y se

da una primera descripción de los ejemplares obtenidos en la provincia del Chubut.

Las plantas se recogieron en la costa y se llevaron al laboratorio para su observación y fijación. Se hicieron cortes bajo lupa que luego se observaron al microscopio y se tomaron fotografías del talo sobre material vivo. Parte del material fue conservado en formol al 5%.

El talo de los ejemplares presenta forma de abanico de 4 a 4,5 cm de alto (Fig. 1 a) de color

V. J. Escobar: *Microzonia velutina* en Chubut (Argentina).

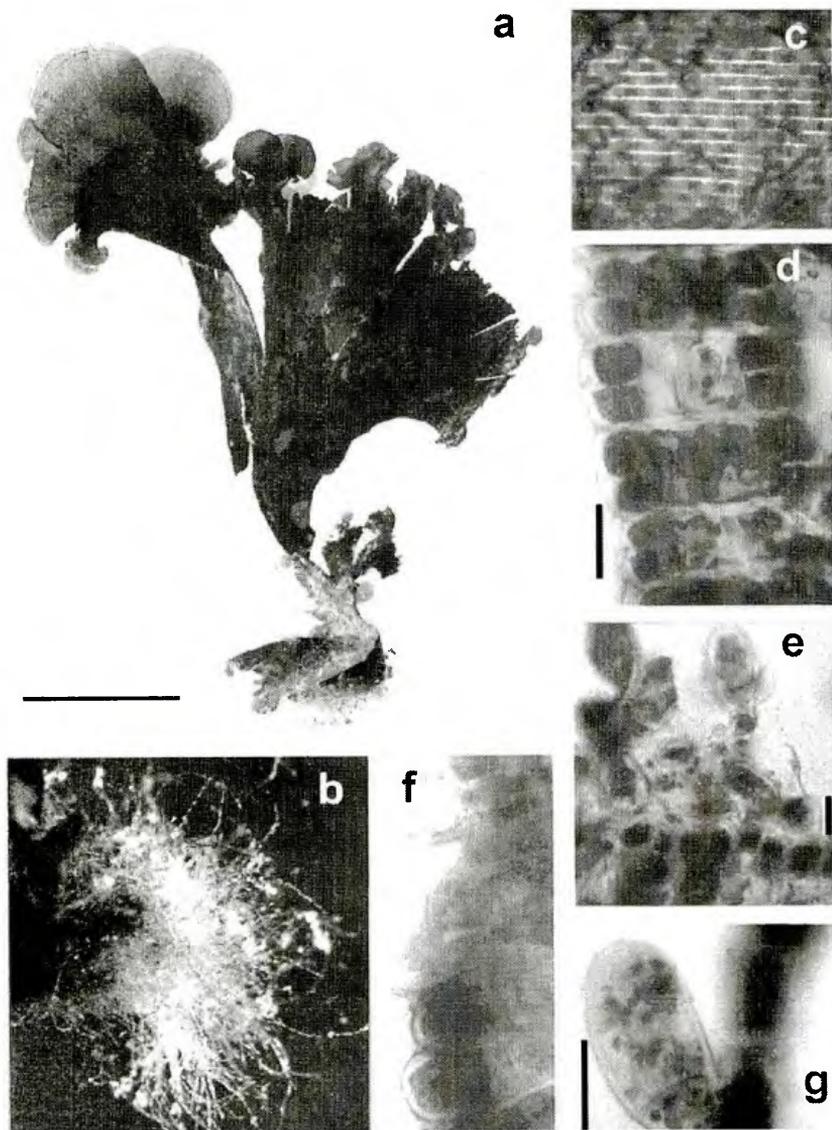


Figura 1: a, aspecto general de la planta; b, base con rizoides hialinos; c, filamentos rizoidales de la cara ventral; d, corte transversal de la fronde. e, esporocistos uniloculares. f, células apicales del margen. g, esporocisto unilocular. La barra representa, en a: 1 cm; en d, e y: 20 μ m.

pardo-amarillento a pardo-oliváceo, coriáceo-membranoso, gregario, aplanado, lacerado, salvo cuando joven, formando varios segmentos multifidos, adherido al sustrato primero por rizoides ubicados sobre la cara ventral y luego por un falso estipe constituido por el adelgazamiento hacia la base, por sucesivas laceraciones en la lámina, con el extremo cubierto de rizoides (Fig. 1 b). Cara dorsal lisa, con estrías concéntricas y radiales; cara ventral con hileras radiales de filamentos rizoidales, casi hialinos (Fig. 1 c), ramificados con una célula apical conspicua, fuertemente pigmentada que no alcanzan el margen, siendo más densos hacia la base. Bordes laterales de la lámina lacerados. Región meristemática formada por células apicales en el margen anterior (Fig. 1 f).

En corte transversal se observan 3-4 estratos de células; 1-2 medulares y 2 epidérmicos, fuertemente pigmentados, de células más pequeñas. El espesor de la fronde es de alrededor de 65-75 μm en las partes maduras (Fig. 1 d).

Esporocistos uniloculares naciendo en los filamentos rizoidales de la cara ventral, ovoides de 45-55 μm de largo, con 1-2 células basales, laterales, raramente terminales, solitarios o en grupos (Fig. 1 e y g).

Durante las visitas periódicas a playa Santa Isabel pudo obser-

varse ejemplares de *Microzonia velutina* por primera vez fértiles en el mes de junio, creciendo algunas de ellos en el fondo del canalizo, semicubiertos de arena. En junio y julio las plantas eran muy abundantes, robustas, de coloración más intensa y se extendían hasta el límite entre el mesolitoral inferior y el sublitoral superior.

Lindauer *et al* (1961) citan a *Microzonia velutina* como endémica en Nueva Zelanda. Ellos indican que la planta es más abundante en verano, formando conjuntos temporarios, sobre las rocas sumergidas en la arena. Según lo observado en Santa Isabel esta especie aparece en mayo y es muy conspicua en junio y julio (invierno), colonizando un sustrato de similares características al descripto para Nueva Zelanda.

Esta alga fue citada como *Zonaria sp.* por Asensi (1966). Posteriormente este autor (1971) señala la ubicación dudosa de la especie dentro del orden Cutleriales por la ausencia de un meristema intercalar, caracter propio de este orden, observando en cambio que cada filamento continúa su crecimiento por una gran célula apical fuertemente pigmentada; más tarde, por crecimiento diferencial de las células apicales de cada filamento, éstos se separan y continúan su crecimiento individualmente. O'Donnell (1954), quien ubica a *Microzonia* en Cutleriales, menciona la existencia de ese meristema intercalar en la base de

V. J. Escobar: *Microzonia velutina* en Chubut (Argentina).

los filamentos del margen. Sin embargo ello no es lo que se observa en la fotografía que incluye en su trabajo, sino más bien guarda gran similitud con la ilustración de Asensi (1971), mostrando grandes células apicales.

BIBLIOGRAFIA

- Agardh, J. G. 1894. Analecta Algologica. I Lunds Univ. Arsskr.29, Afd. 2, N° 9.
- Asensi, A. O. 1966. Guía para reconocer los géneros de algas pardas en la Argentina. Contrib. Inst. Antartico Arg. N°103, 50 pp.
- Asensi, A. O. 1971. Un orden de algas pardas nuevo para la Argentina. Darwiniana, 16 (3-4): 435-442.
- Harvey, W. H. & Hooker, J. D. 1855. Algae. In Hooker. The Botany of the Antarctic voyage. Vol.II. Flora Novae-Zelandiae. London.
- Lindauer, V. W., Chapman, V. J. & Aiken, M. 1961. The Marine Algae of New Zealand. II: Phaeophyceae. Nova Hedwigia III (2-3): 182-184.
- O'Donnell, E. H. J. 1953. The Structure and Taxonomic Position of the Brown Alga *Microzonia*. Amer. Journ. of Botany. 41: 380-384.

**PRESENCIA DE *ALLOCYTTUS VERRUCOSUS*
(GILCHRIST) (OSTHEICHTHYES, ZEIFORMES, OREO-
SOMATIDAE) EN LAS AGUAS DEL GOLFO SAN JORGE
(PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA).**

**Presence of *Allocyttus verrucosus* (Gilchrist) (Ostheich-
thyes, Zeiformes, Oreosomatidae) in the San Jorge Gulf
(Chubut Province, Argentina).**

Eduardo Cabezas y Susana J. Risso

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; Facultad
de Ciencias Naturales, Departamentos de Biología y Bioquímica.
Ciudad Universitaria, Km 4 (9000) Comodoro Rivadavia.
Chubut, Argentina.

La tripulación de la embarca-
ción de bajura "Hemos Triunfado"
entregó a los investigadores un
especimen que fue capturado vivo
en aguas del golfo San Jorge
(Argentina) en el mes de octubre
de 1996.

Según la clave de Menni *et al.*
(1984) y la lista de Cousseau &
Denegri (1995) el especimen
coincide en el dilema de *Allocyttus*
verrucosus (Gilchrist, 1906).
Estos peces en el Atlántico
Sudoccidental han sido citados

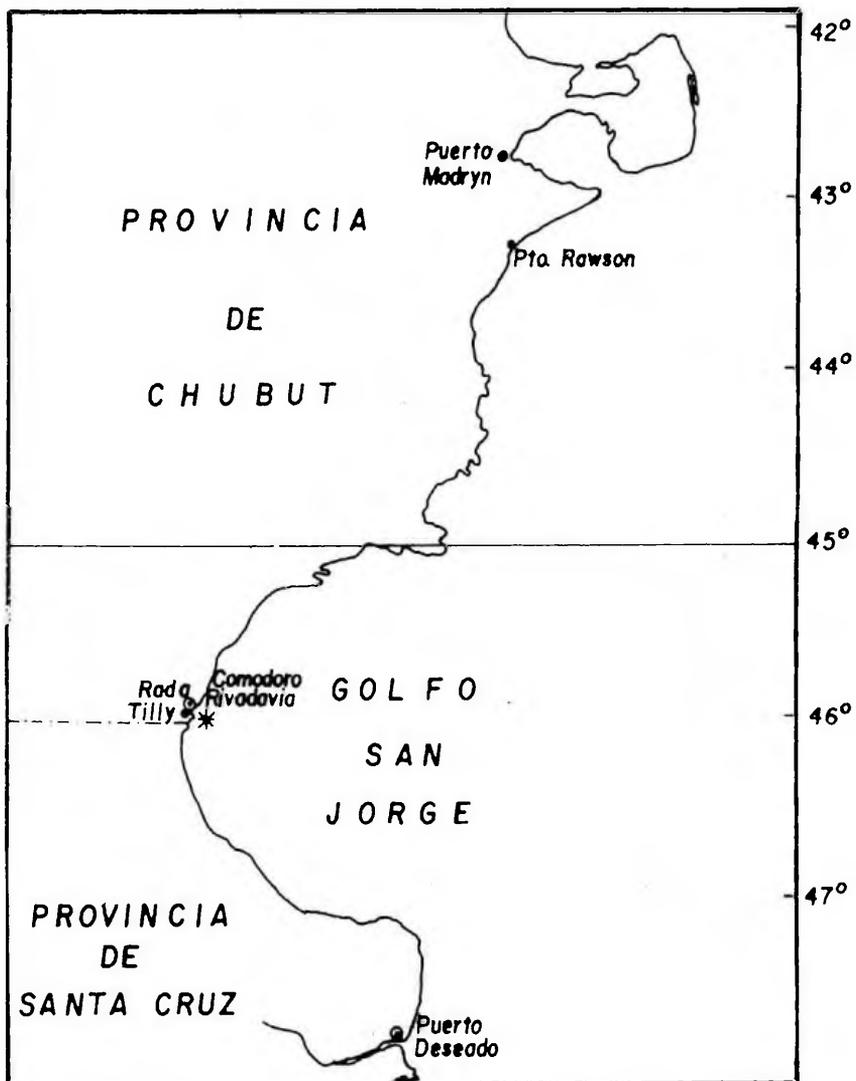


Figura 1: Ubicación de la zona de captura (*) del espécimen de *Allocytus verrucosus*.

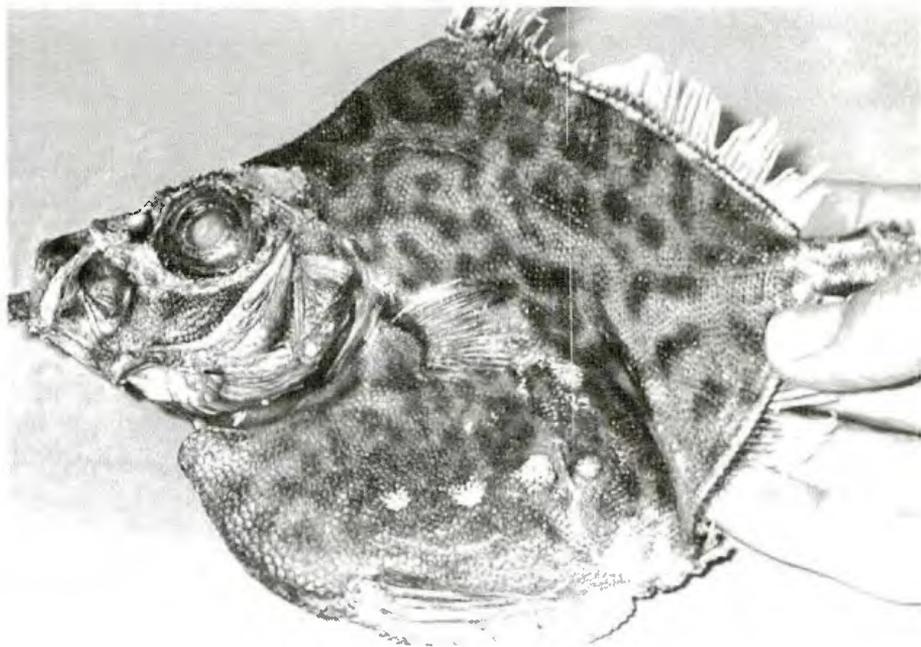


Figura 2: *Allocytus verrucosus* del golfo San Jorge.

para profundidades mayores de 600 metros y sobre los 36° S (Menni *et al.*, 1984). El ejemplar fue encontrado a 45° 57' S y 67° 20' W (golfo San Jorge en las cercanías de Comodoro Rivadavia) y a una profundidad menor de 55 m (Fig. 1), siendo este el primer reporte de un "ochavo" (Commission of the European Communities, 1993), en aguas del golfo San Jorge.

Al espécimen se le tomaron las medidas merísticas tradicionales de peces según lo propuesto por Holden & Raitt (1975).

El material está fijado en formol salino al 5 % y el rótulo de colección es V-1 (Univ. Nac. Patagonia S. J. Bosco, Departamento de Biología General).

Se agradece al Sr. Luis Badía por haber brindado el espécimen capturado con el barco "Hemos Triunfado" y al Lic. Guillermo Caille por el asesoramiento y la lectura crítica del texto.

Descripción del pez

Pez comprimido, cuerpo marrón con manchas oscuras

Tabla I: Medidas (en mm) del ejemplar de *Alloctytus verrucosus* capturado en el golfo San Jorge (Chubut).

Medidas de longitud del cuerpo
Talla total desde mandíbula inferior 159,9
Talla total desde maxilar superior 154,3
Talla del cuerpo 136,5
Otras medidas longitudinales
Talla maxilar 19,2
Talla mandibular 18,9
Longitud del morro 40,8
Longitud de la parte superior de la cabeza 55,1 .
Longitud opercular de la cabeza 59,1
Longitud máxima de la cabeza 27,2
Diámetro orbital 21,2
Diámetro longitudinal del iris 11,1
Diámetro longitudinal de la pupila 4,3
Distancia postorbital 18,5
Distancia dorsal preanterior 73,7
Distancia prepectoral 61,8
Distancia preventral 63,9
Distancia preposterior dorsal 94,9
Longitud de la base de la aleta dorsal anterior 20,1
Longitud de la aleta dorsal posterior 46,3
Distancia preanal 111
Longitud de la base de la aleta anal 40,2

Medidas verticales
Profundidad orbital 43,9
Diámetro perpendicular del iris 13,1
Diámetro perpendicular de la pupila 4,9
Profundidad de la cabeza 43,1
Profundidad del dorso 9,9
Altura dorsal anterior 101,5
Profundidad máxima 102,3
Profundidad dorsal posterior 100,4
Profundidad dorsoanal 36,7
Profundidad anal perpendicular 75,6
Profundidad del pedúnculo 9,7

Medidas laterales
Espesor pectoral 12,2
Espesor máximo 27,3
Distancia interorbital 11,1

Otras medidas
Altura dorsal anterior 29,4
Altura dorsal posterior 12,8
Longitud de la aleta pectoral 22,5
Longitud de la aleta ventral 33,7
Altura de la aleta anal 12,7
Longitud de la aleta caudal dorsal 9,8
Circunferencia máxima 18,5
Distancia de la abertura de la caudal 13,5

dispuestas por todo el cuerpo (Fig. 2).

Ojos prominentes rodeados por un escudo óseo con pequeñas espinas en la porción intraorbital, el escudo presenta escamas ctenoides verrucosas que se continúa por todo el cuerpo incluido el pedúnculo caudal.

Dorsal espinosa con el primer radio más corto que el tercero. El segundo radio más grande y grueso. El tercer radio es el segundo en altura, los cinco radios siguientes van disminuyendo, los radios blandos (35).

Anal 3 + 12 radios, pectoral (17) radios.

Las aletas pélvicas empiezan a la altura del borde inferior de la dorsal.

Area ventral forma ángulo con el opérculo el cuál posee todos los huesos operculares.

La boca es protráctil, el dentario en el borde inferior tiene dos espinas cortas, dientes triangulares pequeños, premaxilar sin dientes ni proyecciones espinosas.

Placa preocular inferior con espinas hacia el ojo (12), abajo (14) y laterales.

Placa preocular superior con (4) espinas anteriores dirigidas al ojo y (10) hacia la placa interorbital.

Línea lateral comienza debajo de la placa preocular superior, forma un arco hacia el dorso y se hace recta desde la altura de la aleta anal hasta la parte final del pedúnculo caudal.

Areas laterales con mamelones verrucosos que se inician después de la inserción de la aleta pélvica y superan el extremo de la aleta pectoral. Hay dos mamelones terminales uno entre la pectoral y el cuarto mamelón, y el otro está un poco atrás y hacia el inicio de la aleta anal.

Placas ventrales hexagonales con área central clara y sobresalida.

Las medidas del pez son indicadas en la Tabla I.

BIBLIOGRAFIA

- Commission of the European Communities, 1993. Multilingual Illustrated Dictionary of Aquatic Animals and Plants. Ed. Fishing News Books, Oxford, 518 pp.
- Cousseau, M. B. & Denegri, M. A. 1995. Peces/Fishes. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. Inf. Téc. 5: 9-47.
- Holden, M. J., Raitt, D. F. S. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO, Roma, 211 pp.
- Menni, R. C., Ringuélet, R. A. & Aramburu, R. H. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 359 pp.

CONTENIDO

ARTICULOS CIENTIFICOS

BORASO DE ZAIXSO, A. L., ZAIXSO, H. E. & ROMANELLO, E. E. Estudios sobre la población de *Gracilaria gracilis* en bahía Melo (Provincia del Chubut, Argentina)..... 1 - 27

RUIZ, A. E. & FONDACARO, R. R. Talla de primera madurez de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de isla escondida, Patagonia (diciembre 1989 - enero 1994).....29 - 38

CASAS, G. N., ROMANELLO, E. E. & GARCIA, H. Observaciones sobre el crecimiento y brotación de *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) en golfo Nuevo (Chubut, Argentina) 39 - 54

CERDA, R., CAILLE, G. & BRACCALENTI, J. C. Cambios estacionales en las comunidades de peces costeros del sur de Santa Cruz (Argentina) y aspectos biogeográficos asociados..... 55 - 66

BALZI, P. P. Los hábitos alimenticios de la centolla, *Lithodes santolla* (Molina) del golfo San Jorge..... 67 - 87

ARTICULO DE REVISION

de CEREZO, J. M. S. & CEREZO, A. S. Erizos de mar como modelo en el estudio de la fertilización 89 - 115

NOTAS

ESCOBAR, J. Presencia de *Microzonia velutina* (Harvey) J. Agardh en las costas del Chubut, Argentina 117 - 120

CABEZAS, E. & RISSO, S. Presencia de *Allocytus verrucosus* (Gilchrist) (Osteichthyes, Zeiformes, Oreosomatidae) en las aguas del golfo San Jorge (provincia del Chubut, Argentina)..... 121 - 125