

Naturalia

ISSN 0327 - 8050

patagónica

CIENCIAS BIOLÓGICAS

VOLUMEN 4

NUMEROS 1-2

DICIEMBRE 1996

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



NATURALIA PATAGONICA

Serie: Ciencias Biológicas, Volumen 4 (1-2) (1996).

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
Mónica Stronati
María A. Fajardo
Susana Risso
Mónica Casarosa
Rita Kurdelas
Maria Rosa Carstens
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 Química
Departamento de Enfermería

CONTENIDO

ARTICULO DE REVISION

STORTZ, C. A., CASES, M. & CEREZO, A. S. Los coralinanos, nuevos agaroides que buscan ubicación entre los galactanos de algas rojas.....1 - 31

ARTICULOS CIENTIFICOS

ISLA, M. S. & GORDILLO, S. Edad y crecimiento de la almeja *Tawera gayi* (Hupé) de bahía Golondrina (Canal Beagle, Tierra del Fuego).....33 - 40

MIRALLES, D. B. & VILLALOBOS, C. Una nueva especie de *Gordius* (Linné, 1758) (Gordiaceae, Nematomorpha) de la Patagonia.....41 - 45

BORASO DE ZAIXSO, A. & ZAIXSO, H. Asociaciones de macroalgas intermareales en el golfo San José (Provincia del Chubut, Argentina).....47 - 64

FONDACARO, R. R. & RUIZ, A. E. Capturas y esfuerzos en la pesquería de merluza (*Merluccius hubbsi*) del área de isla Escondida (Patagonia): 1985 - 1992.....65 - 74

MISERENDINO, M. L. Ninfas de Plecoptera de ambientes lóticos del noroeste del Chubut.....75 - 83

LIBENSON, L. V. La dieta del cormorán cuello negro (*Phalacrocorax magellanicus*) y el cormorán real (*P. albiventer*) en el puerto de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina).....85 - 94

HERRERA, M. E. & COUSSEAU, M. B. Comparación del esqueleto óseo de dos especies de peces de la familia Pinguipedidae.....95 - 110

MARGUET, E., ALOISI, P. & BRUNT, S. Efecto de parámetros físico-químicos sobre las características cinéticas de la β -D-glucuronidasa.....111 - 119

PASTOR, C. T. & BALA, L. Estudios de base en la bahía de Puerto Madryn (golfo Nuevo, Chubut): Pigmentos fotosintéticos 121 - 137

SCOLARO, J., LAURENTI, S. & GALLELLI, H. El área de alimentación

como reserva en una colonia del Pingüino Patagónico (*Spheniscus magellanicus*).....139-148

BRUZZO, G. Efecto de la salinización progresiva del medio en juveniles de menos de un año de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)..... 149 - 159

NOTAS

RE, M. E., BARON, P. J. & BERON, J. C. *Architeuthis* sp. Steenstrup 1857 (Mollusca, Cephalopoda) de bahía Bustamante, Patagonia Argentina.....161 - 165

VINUESA, J. H. & LABAL, M. L. Marea roja y mortalidad masiva en el canal Beagle.....167 - 171

CAILLE, G. M. Los crustáceos sergéstidos en la alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en las costas del Chubut.....173 - 177

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Crecimiento de *Dunaliella salina*, *D. tertiolecta* y *Tetraselmis maculata* en varios medios nutritivos....179-181

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Estado fisiológico y tamaño del inóculo inicial en cultivos de *Tetraselmis maculata* (Butcher)....183-185

CONTENTS

REVISION ARTICLE

STORTZ, C. A., CASES, M. & CEREZO, A. S. Corallinans, new agaroids looking to be ranked within the red seaweed galactans.....1 - 31

RESEARCH ARTICLES

ISLA, M. S. & GORDILLO, S. Age and growth of the clam *Tawera gayi* (Hupé) from Golondrina Bay (Beagle Channel, Tierra del Fuego)....33 - 40

MIRALLES, D. B. & VILLALOBOS, C. A new species of *Gordius* (Linné, 1758) (Gordiaceae, Nematomorpha) from Patagonia.....41 - 45

BORASO DE ZAIXSO, A. & ZAIXSO, H. San José Gulf intertidal seaweed associations (Chubut, Argentina).....47 - 64

FONDACARO, R. R. & RUIZ, A. E. Catch and effort in hake fishery (*Merluccius hubbsi*) of Isla Escondida area (Patagonia): 1985 - 1992.....65 - 74

MISERENDINO, M. L. Plecoptera nymphs of lotic environments of northwestern Chubut.....75 - 83

LIBENSON, L. V. Diets of Rock Cormorant *Phalacrocorax magellanicus* and King Cormorant *P. albiventer* in the Port of Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina).....85 - 94

HERRERA, M. E. & COUSSEAU, M. B. Comparison of the osseous skeleton of two pinguipedid fishes.....95 - 110

MARGUET, E., ALOISI, P. & BRUNT, S. Effect of physicochemical parameters on the kinetic characteristics of β -D-glucuronidase.....111 - 119

PASTOR, C. T. & BALA, L. Baseline study in Puerto Madryn Bay (Golfo Nuevo, Chubut): Photosynthetic pigments.....121 - 137

SCOLARO, J., LAURENTI, S. & GALLELLI, H. The foraging area as reserve in a colony of Patagonic Penguins (*Spheniscus magellanicus*).....139-148.

BRUZZO, G. Effect in underyearling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) by progressive change towards seawater.....149 - 159

NOTES

RE, M. E., BARON, P. J. & BERON, J. C. *Architeuthis* sp. Steenstrup 1857 (Mollusca, Cephalopoda) from Bustamante Bay, Argentine Patagonia.....161 - 165

VINUESA, J. H. & LABAL, M. L. Red tide and mass mortality in the Beagle Channel.....167 - 171

CAILLE, G. M. Sergestidae crustaceans as food of hake (*Merluccius hubbsi*) on Chubut coast.....173 - 177

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Growth of *Dunaliella salina*, *D. tertiolecta* and *Tetraselmis maculata* in several enrichment media...179-181

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Physiological condition and initial inocule size in cultures of *Tetraselmis maculata* (Butcher).....183-185

**LOS CORALINANOS, NUEVOS AGAROIDES QUE
BUSCAN UBICACIÓN ENTRE LOS GALACTANOS
DE ALGAS ROJAS**

**Corallinans, new agaroids looking to be ranked within
the red seaweed galactans**

Carlos A. Stortz, Marcelo R. Cases y Alberto S. Cerezo

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria. (1428) Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

Los coralinanos, polisacáridos del alga roja *Corallina officinalis* pertenecen a la familia de los agaroides aunque, por no presentar unidades precursoras de 3,6-anhidrogalactosa, encuentran una ubicación diferente de todos los anteriormente estudiados. Se presentan las características del sistema y los estudios estructurales efectuados, en comparación con los de otros galactanos de algas rojas.

Palabras clave: coralinanos, agaroides, galactanos, algas rojas.

ABSTRACT

The corallinans polysaccharides from the red seaweed *Corallina officinalis*, belong to the agar family, but, as they do not carry 3,6-anhydrogalactose or its precursors, are ranked in a different location from all those studied previously. The characteristics of the system and the structural studies carried out are presented, and compared to those of other red seaweed galactans.

Key words: corallinans, agar family, galactans, red seaweed.

1. GALACTANOS DE ALGAS ROJAS

1.1. INTRODUCCIÓN

Los galactanos son los principales polisacáridos de la matriz de las paredes celulares¹ en la mayoría de las algas rojas

(rodofitas). Básicamente, consisten de cadenas lineales que contienen a la galactosa como único monosacárido, observándose una alternancia de galactosas con configuración β unidas en 3 (unidades A) y aquellas unidas en 4 con configuración α (unidades B) (Painter, 1982) (fig. 1).

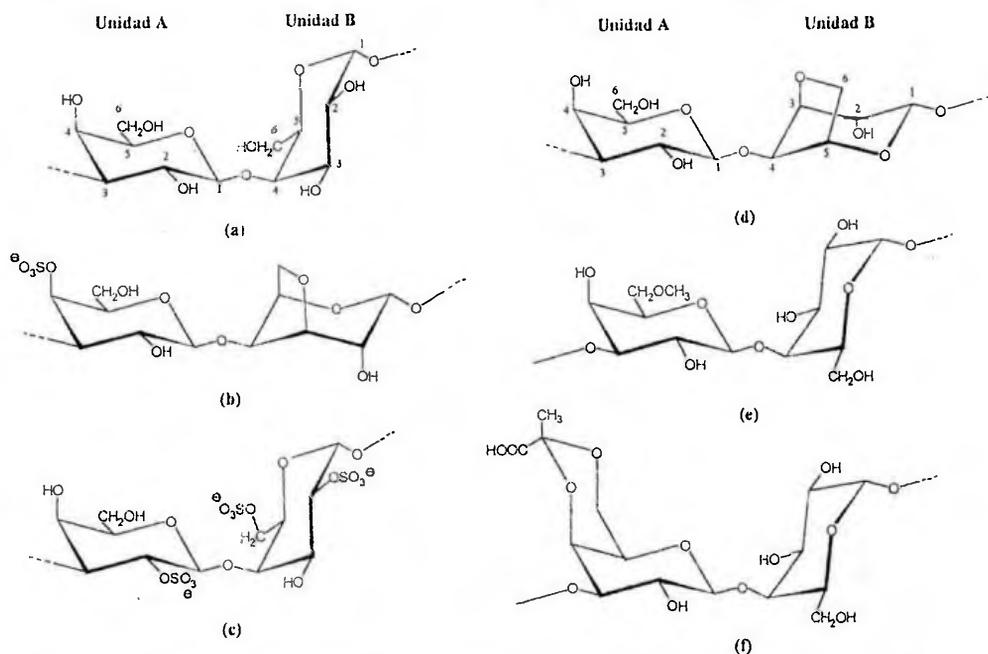


Figura 1: Estructura básica y modificada de carragenanos y ágares.

(a) Estructura básica de carragenanos. **(b)** Carragenano sustituido con sulfato en la posición 4 de la unidad A y 3,6-anhidrogactosa en lugar de la unidad B (κ -carragenano). **(c)** Carragenano sustituido con sulfato en ambas posiciones 2, y en la 6 de la unidad B (λ -carragenano). **(d)** Estructura básica de ágar sustituido con 3,6-anhidrogactosa (agarosa). **(e)** Ágar sustituido por metoxilo en la posición 6 de la unidad A. **(f)** Ágar sustituido por un cetal del ácido pirúvico (4,6-carboxietilideno).

¹ No existe una definición clara del límite de las paredes celulares en algas rojas. Suele enunciarse que las paredes consisten de dos fases, una estructurada (el esqueleto) y una amorfa (la matriz), por fuera de la cual se encuentra la llamada matriz intercelular. Está claro que los galactanos no se encuentran en el esqueleto de la pared celular.

Las unidades A siempre presentan galactosa con configuración correspondiente a la serie D, mientras que las unidades B pueden incluir residuos de las series D o L². Estas estructuras básicas presentan sustitución con ésteres sulfato, cetales del ácido pirúvico, grupos metoxilo y/o cadenas laterales de longitud variable o también por la presencia de anillos de 3,6-anhidrogalactosa en lugar de la unidad B (Figura 1) (Painter, 1982). Si bien dichas sustituciones producen diferentes combinaciones, dando como resultado polisacáridos radicalmente distintos, la simplicidad de un esqueleto común permite efectuar una clasificación sencilla sobre la base de la configuración de las unidades B: carragenanos si éstas pertenecen a la serie D, ágares si tienen la configuración L, y los llamados "intermedios", híbridos que presentan unidades B de galactosas D y L entremezcladas en las mismas moléculas (Painter, 1982).

Con este panorama simple se puede ubicar a los coralinanos y otros polisacáridos inusuales en el esquema de galactanos, pese a las complicaciones en los modelos que surgen de la sustitución.

Las diferencias originadas por la distinta sustitución cambian dramáticamente las propiedades de los productos extraídos de las

algas; con tantas variaciones estructurales diferentes posibles, puede esperarse un amplio rango de propiedades, llegando desde productos que forman geles rígidos a otros que directamente no gelifican. Por ejemplo, la presencia de 3,6-anhidrogalactosa induce la gelificación, pero si una proporción importante es reemplazada por galactosa 6-sulfato se tienen productos sin propiedades gelificantes (fig. 2). Esto enfatiza la necesidad práctica de determinar la estructura fina de estos galactanos.

1.2. CARRAGENANOS

Todos los residuos en los carragenanos tienen configuración D (fig. 2). Estos ficocoloides tienen importancia comercial, principalmente por sus aplicaciones en la industria alimentaria. Los carragenanos aparecen en la mayor parte de las algas rojas del orden Gigartinales, aunque los más importantes desde el punto de vista comercial provienen de los géneros *Gigartina*, *Chondrus*, *Iridaea*, *Hypnea* y *Euclima*. La separación de dos componentes en el carragenano (κ - y λ -carragenano) fue posible en base a su solubilidad en soluciones de cloruro de potasio (Smith y Cook, 1953). Posteriormente se demostró que el

² Las series D y L de los azúcares se definen en función de la configuración del carbono quiral más alejado del carbono anomérico. Si en la proyección de Fischer habitual, el oxhidrilo se encuentra hacia la derecha, el azúcar será de la serie D, caso contrario será de la serie L.

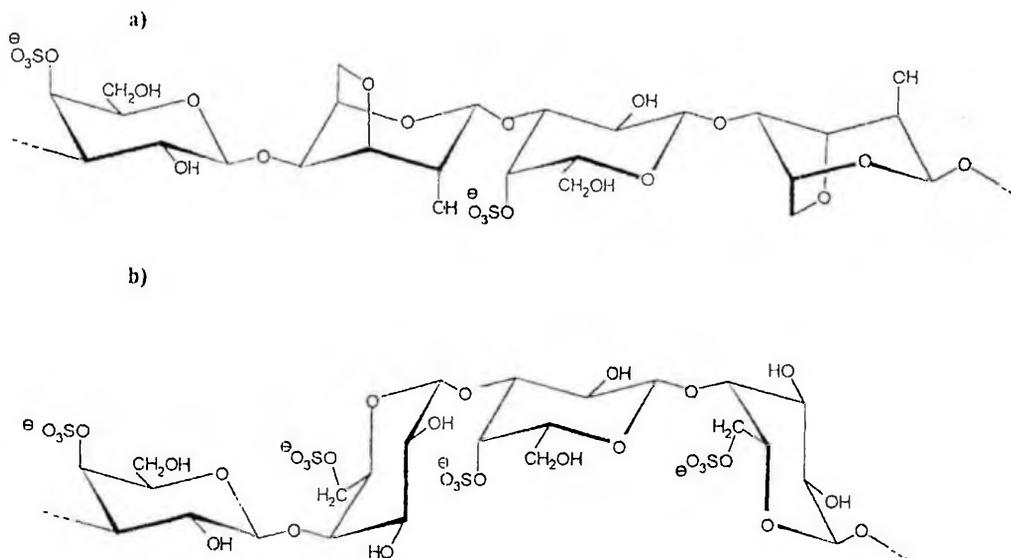


Figura 2. Estructura de un carragenano: a) gelificante (κ -carragenano) y b) no gelificante (μ -carragenano).

carragenano no es una mezcla de dos o más polisacáridos, sino una familia con estructuras continuamente variantes entre extremos idealizados (Pernas *et al.*, 1967). Sin embargo, desde el punto de vista biosintético, los grupos κ y λ

aparecen en diferentes fases de los ciclos de vida de los miembros de las familias Gigartinaceae y Phyllophoraceae del orden Gigartinales (Mc Candless *et al.*, 1973; Pickmere *et al.*, 1973).

La familia κ , producida ya sea

por los gametofitos o por los representantes de familias taxonómicas (Hosford y Mc Candless, 1978; Doty y Santos, 1978; Di Ninno y Mc Candless, 1978; Bert *et al.*, 1989) que no dan lugar a distintos productos en los dos ciclos de vida, incluye polisacáridos sulfatados en la posición 4 de la unidad A (Tabla I). La unidad B puede ser un anillo de 3,6-anhidrogalactosa, de modo tal que los polisacáridos se hacen insolubles en soluciones de KCl, o bien su precursor biológico, una unidad de galactosa sulfatada en 6 (Tabla I), lo que da lugar a productos solubles. La mayor parte de los productos extraídos de fuentes naturales son en realidad híbridos que contienen tanto la 3,6-anhidrogalactosa como su precursor, intercalados en las mismas moléculas.

La familia λ (Tabla I), producida únicamente por los esporofitos de algunas especies de las familias Gigartinaceae y Phyllophoraceae, incluye polisacáridos libres de 3,6-anhidrogalactosa y galactosa 4-sulfato (Rees, 1969), sulfatados en la posición 2 de la unidad A (Tabla I). Aunque originalmente reconocidos como solubles en soluciones de KCl, se demostró que los carragenanos λ precipitan a altas concentraciones de esta sal (Stortz y Cerezo, 1988, 1993; Matulewicz *et al.*, 1989).

Otras dos familias de carragenanos, que aparecieron sólo en algunas especies también

fueron definidas. La familia β (Greer y Yaphe, 1984; Zablackis y Santos, 1986) (Tabla I) se caracteriza por no presentar sulfato en la unidad A, mientras que los representantes de la familia μ (Usov *et al.*, 1980; Mollion *et al.*, 1988) llevan un sulfato en la posición 6 de dicha unidad. Otros autores (Craigie, 1990) clasifican de manera diferente a estas familias menores.

Debe puntualizarse que la mayor parte de los carragenanos están libres de grupos metoxilo o piruvato, mientras que sólo ha sido determinada la presencia de cadenas laterales en unos pocos de ellos y en proporciones menores (Stortz y Cerezo, 1986).

1.3. ÁGARES Y AGAROIDES

La clasificación de los ágares no es tan sencilla como la de los carragenanos. Sin embargo, puede delinearse alguna sistematización. En un extremo aparece la agarosa, polisacárido altamente gelificante, sin carga, y que puede idealizarse como una estructura repetitiva de β -D-galactosas unidas por la posición 3, y 3,6-anhidro- α -L-galactosas enlazadas por la posición 4 (Araki y Arai, 1957). Un reemplazo parcial de la unidad B por L-galactosa 6-sulfato es posible (Araki, 1966), quedando el otro extremo idealizado, el

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

Tabla I. Clasificación de carragenanos de acuerdo a unidades repetitivas idealizadas

	Unidad A β -D-Galactosa enlazada en 3	Unidad B α -D-Galactosa enlazada en 4
Familia κ		
κ (kappa)	4-sulfato	3,6-anhidro
ι (iota)	4-sulfato	3,6-anhidro 2-sulfato
μ (mu)	4-sulfato	6-sulfato
ν (nu)	4-sulfato	2,6-disulfato
Familia λ		
λ (lambda)	2-sulfato	2,6-disulfato
ξ (xi)	2-sulfato	2-sulfato
π (pi)	2-sulfato, 4,6-(1-carboxietilidén)	2-sulfato
θ (theta)	2-sulfato	3,6-anhidro 2-sulfato
Familia β		
β (beta)	-	3,6-anhidro
α (alfa)	-	3,6-anhidro 2-sulfato
γ (gamma)	-	6-sulfato
δ (delta)	-	2,6-disulfato
Familia ω		
ω (omega)	6-sulfato	3,6-anhidro
Ψ (psi)	6-sulfato	6-sulfato

"tercer extremo de Yaphe" (Duckworth y Yaphe, 1971), determinado por la ausencia de 3,6-anhidrogalactosa. Estas estructuras se alteran por la presencia de sulfato, grupos metoxilo y piruvilo (fig. 1). Son constituyentes habituales del ágar

la 4,6-O-(1-carboxietilidén)-D-galactosa, la 6-O-metil-D-galactosa y la 4-O-metil-L-galactosa (Araki *et al.*, 1967; Duckworth y Yaphe, 1971). Por ejemplo, los productos de algunas especies del género *Porphyra* muestran proporciones significativas de la unidad A metoxiladas en C-6, mientras las unidades B son de L-galactosa 6-sulfato. La nomenclatura de los ágares sigue siendo confusa en la literatura: los ágares fueron definidos como los polisacáridos gelificantes cuya estructura principal es la de la agarosa o sus derivados metoxilados, piruvilados, sulfatados o glicosilados, mientras todos los otros (no gelificantes) incluyendo precursores, porfirano, etc. fueron agrupados como "agaroides" (Craigie, 1990).

La mayor parte de los ágares comerciales proviene del orden Gelidiales o de la familia Gracilariaceae (orden Gigartinales). De cualquier modo, ha sido demostrado recientemente que al menos algunas carragenofitas contienen proporciones menores de polisacáridos agaroides (Stortz y Cerezo, 1993; Craigie y Rivero-Carro, 1992; Ciancia *et al.* 1993).

1.4. VARIANTES

Se han reconocido numerosas variantes de las estructuras principales de ágares y carragenanos. Curiosamente, aquellas

del grupo de los carragenanos derivan fundamentalmente del orden Cryptonemiales (Chopin *et al.*, 1994), mientras que las variantes del ágar provienen principalmente del orden Ceramiales (Craigie, 1990).

Entre las Ceramiales, se han encontrado varios productos de tipo agaroides; en particular se ha encontrado un patrón común en los de la familia Rhodomelaceae: la unidad A aparece metoxilada en C-6 en proporciones importantes, mientras que la unidad B aparece con importantes cantidades de metoxilación en C-2. En *Laurencia pinnatifida* la mayor parte de la D-galactosas están sulfatadas en C-2, mientras que la mayor parte de la L-galactosa y su 2-O-metil éter están sulfatadas en C-6 (polisacáridos precursores de agarosa) (Bowker y Turvey, 1968 a y b). En *Polisiphonia lanosa* se encontró el mismo modelo (Batey y Turvey, 1975), aunque acompañado de unidades A inusuales, como D-galactosa 6-sulfato y 6-O-metil-D-galactosa 4-sulfato. Esta última unidad también apareció en un polisacárido (llamado odontalano) obtenido de otra alga de la misma familia (Shashkov *et al.*, 1978). En *Laurencia undulata* aparecieron cadenas laterales de β -D-xilosa (Hirase *et al.*, 1982) sobre los C-4 de las unidades A. Las mismas cadenas laterales se observaron en *Chondria macrocarpa* (Furneaux y Stevenson, 1990) y *Laurencia nipponica*

(Usov *et al.*, 1989; Usov y Elashvili, 1991) sobre la posición 3 de unidades B sulfatadas en 6, las cuales, en consecuencia se volvían no ciclables a anillos de 3,6-anhidrogalactosa. Otra especie de Ceramiales (*Laingia* o *Okinamura pacifica*, ahora reclasificada como *Delesseria crassifolia* (Craigie, 1990)) de las Delesseriaceae, muestra un polímero complejo, que también contiene ácido glucurónico, 3-O-metilgalactosa y otros monosacáridos no identificados, en las cuales los xilosilos laterales se unen a las posiciones 2 de unidades de 3,6-anhidrogalactosa y 6 de unidades A (Kochetkov *et al.*, 1967; 1970a, 1970b, 1973). La 4-O-metilgalactosa también apareció, en ambas formas enantioméricas. En las Ceramiaceae, el polisacárido de *Ceramium rubrum*, muestra características comunes a los enunciados anteriormente, o sea polisacáridos agaroides fuertemente metoxilados en las posiciones 6 de unidades A y 2 de 3,6-anhidro-L-galactosa (Turvey y Williams, 1976). Sin embargo, aparece un hecho novedoso: más de un tercio de las unidades B corresponde a unidades de L-galactosa no sustituidas, y en consecuencia no aptas para generar 3,6-anhidrogalactosa.

Dentro del orden de las Cryptonemiales, se estudiaron diversas especies de seis familias diferentes (Chopin *et al.*, 1994). Ellas tienen mayoritariamente

estructuras del tipo de los carragenanos, pero varias de las especies estudiadas comparten algunas particularidades: proporciones menores de galactosa con configuración L, metoxilación (no común en carragenanos de Gigartinales), y sulfatación únicamente en las unidades A. Esto es especialmente cierto en los llamados aeodanos (Nunn y Parolis, 1968a; 1968b; Allsobrook *et al.*, 1971; 1974; 1975) donde la unidad A aparece sulfatada principalmente en C-2 (algo menos en C-4) y metoxilada en C-6, mientras que la unidad B (nunca 3,6-anhidrogalactosa) está parcialmente metoxilada en C-2, sustituida con cadenas laterales de 4-O-metil-L-galactosa en C-6 y libre de sulfato. Cantidades menores de disacáridos tipo ágar aparecen intercalados en la moléculas, mientras que los grupos metoxilo aparecen concentrados en bloques. Otras especies de la familia Cryptonemiaceae, como *Phyllimena cornea* (Nunn y Parolis, 1969; 1970) y *Pachymenia carnososa* (Farrant *et al.*, 1971; 1972; Parolis 1978) dieron lugar a polisacáridos similares, mientras que aquellos de *Phyllimena hieroglyphica* difieren por estar libres de unidades metoxiladas, por llevar menos sulfato y por estar xilosilados sobre la posición 6 de las unidades B (Parolis, 1981). Por otra parte, *Pachymenia hymantophora* originó un polisacárido en el que las unidades A

estarían mayormente 2,6-disulfatadas (Parolis, 1981), aunque otro trabajo presenta resultados discrepantes (Lawson et al., 1973). No se encontraron en esta especie grupos metoxilo, y algunas unidades B mostraron ser 3,6-anhidrogalactosa y/o su precursor (Parolis, 1981; Lawson et al., 1973). Cabe acotar que para alguno de estos polímeros, se han postulado estructuras con mayores proporciones de uniones 1→3 que 1→4, aunque fue imposible aislar oligosacáridos que sirvieran como prueba contra una estructura estrictamente alternante (Parolis, 1978). La presencia de bloques unidos 1→3 también fue postulada para los polisacáridos de otro miembro de las Cryptonemiales, *Dilsea edulis* (familia Dumontiaceae) (Barry y McCormick, 1957; Rees, 1961). Para el polisacárido de *Aeodes ulvoidea* también se sugirieron uniones 1→6 (Allsobrook et al., 1964). Sin embargo, como esta unión también se encontró en un alga verde (Hirst et al., 1965), el disacárido aislado por hidrólisis parcial podría provenir de una clorofita endofítica contaminante. Como se mencionó, la mayor parte de los aecdanos tienen algunas unidades repetitivas de la familia del ágar, o sea unidades B de la serie L. Otros polisacáridos del género *Grateloupia*, particularmente aquellos de *G. divaricata* y *G. turuturu* son en realidad híbridos carragenano-ágar (no mezclas), en los que al menos el

60 % de las unidades B pertenecen a la serie D (Usov et al., 1975; Barbakadze y Usov, 1978; Usov y Barbakadze, 1978). También contienen D-xilosa y 3,6-anhidrogalactosa. Otro híbrido interesante se encontró en *Pachymenia lusoria* (Miller et al., 1995), en el que muchas de las unidades A aparecieron metoxiladas en C-6 y/o sulfatadas en C-2. Además, se observó la presencia de grupos piruvilo en 4,6-, disulfatación en 2 y 6, y grupos xilosilo sobre C-6. En las unidades B se apreció que aquellas cicladas a 3,6-anhidrogalactosa o su 2-O-metil éter pertenecen a la serie L, mientras que la 2-O-metilgalactosa sin ciclar pertenece a la serie D. El resto de galactosas no sustituidas corresponde a ambas series, con predominio de la que corresponde a la D (Miller et al., 1995).

La polisacáridos de algunas otras especies del orden Cryptonemiales no fueron estudiados en forma suficiente como para emitir conclusiones estructurales, y otros son muy similares a aquellos ya mencionados. Se observó que los producidos por el género *Gloiopeltis* (familia Endocladiaaceae) pertenecen al grupo del ágar (Lawson et al., 1973; Penman y Rees, 1973; Hirase y Watanabe, 1972; Whyte et al., 1985).

Hay otros polisacáridos con estructuras híbridas ágar-carragenano más allá de los ya

mencionados de las Cryptonemiales. Cabe mencionar especialmente el polisacárido de *Anatheca dentata* (Solieraceae, Gigartinales). Si bien no se llegó a una estructura definida (Nunn *et al.*, 1971, 1973, 1981) este polímero se caracteriza por la presencia de unidades de L-galactosa (sulfatadas en C-3 o C-6 pero no lábiles en medio alcalino), cadenas laterales de xilosa y trazas de 3-O-metilgalactosa. Más aún, fue postulado el remplazo de algunas unidades de β -D-galactosa por otras del ácido β -D-glucurónico. En otro polisacárido de *Lomentaria catenata*, perteneciente a una familia (Lomentariaceae, Rhodymeniales) de la que no se conocía su producción de galactanos sulfatados, se encontró una estructura híbrida ágar-carragenano en la que por primera vez aparece un predominio de la porción de ágar (Takano *et al.*, 1994). Este polisacárido no contiene grupos metoxilos, pero se han encontrado cadenas laterales de α -D-glucosa (posiblemente en C-3 de unidades B) y ácido glucurónico (en C-4 de unidades A).

Como ya se explicó, las cadenas laterales de xilosa aparecen en distintas posiciones en diferentes polisacáridos. En el ágar de *Melanthalia abscissa* (Gracilariaceae) aparece ubicada en C-4 o C-6 de unidades A, o C-3 de unidades B (Furneaux *et al.*, 1990). Los polisacáridos de

Corallina officinalis (Turvey y Simpson, 1966; Cases *et al.*, 1992) son los que presentan la mayor proporción de xilosa informada hasta el momento (Painter, 1982).

2. LOS XILOGALACTANOS DE LAS CORALLINACEAE

2.1. Estudio de los sistemas

Fuera de *Corallina officinalis*, son muy pocos los estudios efectuados sobre polisacáridos de Corallinaceae. Usov *et al.* (1995) estudiaron el sistema de *Corallina pilulifera*, donde hallaron xilogalactanos sulfatados junto a almidón de florídeas y ácido algínico. Algo similar ocurre en *Bossiella cretacea* (Usov y Bilan, 1995). Un estudio general sobre otras algas de la familia (géneros *Bossiella*, *Alatocladia*, *Corallina*, *Haliptylon*, *Chlathromorphum* y *Lithothamnion*) permite suponer que las mismas portan sistemas similares (Usov *et al.*, 1995).

Corallina officinalis es un alga roja calcárea cosmopolita. La familia Corallinaceae, a la que pertenece, estaba incluida originalmente en el orden Cryptonemiales, pero ahora fue reconocida como un orden diferente, el de las Corallinales (Silva y Johansen, 1986).

Los polisacáridos de *Corallina officinalis* fueron extensamente estudiados en nuestro laboratorio. Se utilizaron ejemplares prove-

nientes de Puerto Madryn (provincia del Chubut) y Miramar (provincia de Buenos Aires), con resultados similares en ambos casos. El alga molida fue tratada con HCl diluido para destruir la cubierta de carbonato de calcio (Cases *et al.*, 1992). Extracciones posteriores con agua a temperatura ambiente y a ebullición determinaron, tras centrifugación, precipitación con alcohol y purificación, la aparición de dos productos con rendimientos de 0,5 y 0,4%, respectivamente. Ambos

productos son similares, y muestran el hecho llamativo de presentar galactosas monometiladas en las cuatro posiciones disponibles así como la ausencia de 3,6-anhidrogalactosa o sus precursores.

Se fraccionó el producto por cromatografía de intercambio iónico (fig. 3), con el consecuente aislamiento de once fracciones, con las características analíticas que se exhiben en la Tabla II. La mayor parte de los productos (83 % de lo recu-

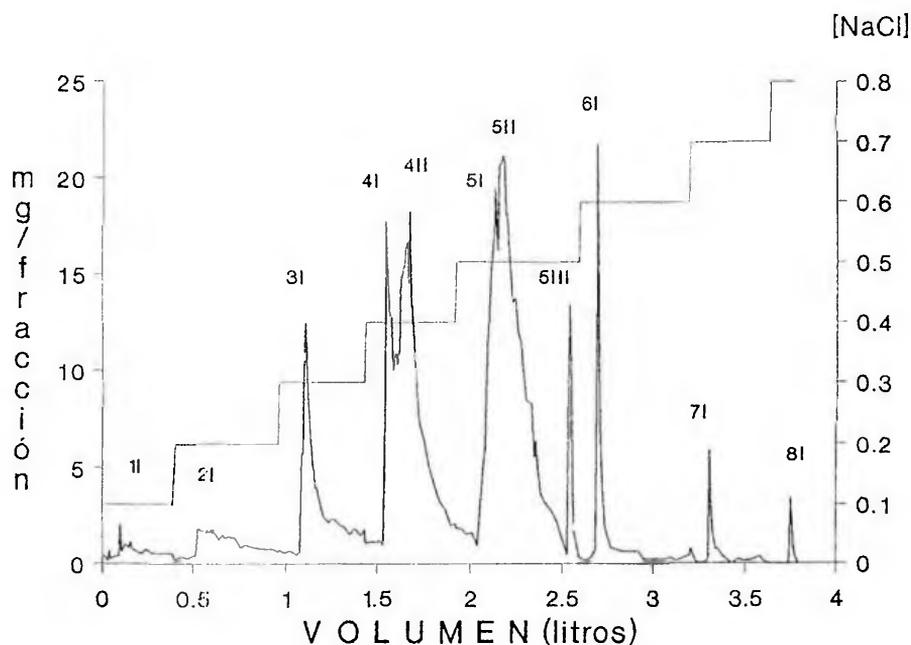


Figura 3. Diagrama de elución en la cromatografía de intercambio iónico sobre DEAE-Sephadex A-50 del polisacárido extraído de *Corallina officinalis*, y acrónimos de las fracciones obtenidas. Fuente: Cases et al. (1992).

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

Tabla II. Rendimientos y análisis de las fracciones obtenidas por cromatografía de intercambio iónico del polisacárido de *Corallina officinalis*

Fracción	Rendim. (%)	Carbohidrato (% anhidro)	Sulfato (%SO ₃ Na)	Proteína (%)	[α] _D ²⁰ (°)	M _n
1I	2,4	47,7	5,2	15,5	-17,6	1.500
2I	5,5	53,9	6,4	9,4	-46,8	2.700
3I	11,9	56,0	6,3	5,3	-52,7	5.500
4I	6,2	84,6	9,8	2,9	-70,0	12.500
4II	18,4	75,5	12,5	1,0	-90,7	21.000
5I	8,0	81,0	12,3	1,3	-85,9	33.000
5II	20,9	85,2	14,7	0,7	-99,5	49.000
5III	2,3	83,6	15,4	3,0	-84,7	12.500
6I	4,6	75,2	14,6	1,6	-82,9	29.000
7I	1,2	66,8	15,1	1,9	-67,8	15.000
8I	0,7	50,0	19,3	2,2	-48,1	15.000

Fuente: Cases et al. (1992).

perado) se eluyó con concentraciones de NaCl entre 0.3 y 0.5 M. Algunos productos menores de bajo peso molecular fueron obtenidos; ellos son, a su vez, los más ricos en proteína (Cases et al., 1992).

En un principio, el análisis de la composición fue efectuado utilizando la técnica de cromatografía gas-líquido, sobre la base de las respuestas relativas del detector de ionización de llama (FID) a los aldononitrilos acetilados de los azúcares componentes (Cases et al., 1992).

Sin embargo, luego se demostró por distintos métodos que, usando esos derivados, la proporción de mono-O-metilgalactosas aparece muy sobreestimada. La Tabla III muestra los valores obtenidos con ese método y aquellos logrados tras derivatización por otros dos métodos: el de los alditoles acetilados y el de los 1-desoxi-1-(2-hidroxipropilamino) alditoles acetilados (Cases et al., 1995). Este último método también sirve para determinar la configuración de los azúcares; las proporciones estimadas para 2-O- y

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

Tabla III. Análisis de la composición de las fracciones del polisacárido de *Corallina officinalis* derivatizado como aldononitrilos, alditoles y 1-amino-1-desoxialditoles acetilados (expresado como moles / 100 moles galactosa+2-O-metilgalactosa + 3-O-metilgalactosa + 6-O-metilgalactosa).

	1I ^a	2I	3I	4I	4II	5I	5II	5II	6I	7I	8I
Sulfato	30	26	27	26	33	32	36	37	39	43	72
Aldononitrilos											
Xilosa	24	19	23	25	28	32	34	25	21	9	8
2-O-metilgalactosa	25	30	34	25	24	23	24	26	29	40	42
3-O-metilgalactosa	10	5	4	7	7	9	7	5	4	3	2
6-O-metilgalactosa	7	5	tr	tr	tr	-	-	4	6	10	12
4-O-metilgalactosa	10	12	19	13	2	1	1	1	3	7	2
Galactosa	58	60	62	68	69	68	69	65	61	47	44
Alditoles											
Xilosa	22	21	15	20	24	33	32	23	18	nd	nd
2-O-metilgalactosa	17	22	20	16	15	15	14	16	18	nd	nd
3-O-metilgalactosa	4	3	2	3	4	5	2	3	2	nd	nd
6-O-metilgalactosa	4	2	1	1	1	1	1	2	4	nd	nd
4-O-metilgalactosa	5	7	10	5	1	1	-	1	2	nd	nd
Galactosa	75	73	77	80	80	79	83	79	76	nd	nd
Aminodesoxialditoles											
D-Xilosa	25	19	17	20	28	34	34	29	21	8	12
2-O-metil-D-galactosa	-	-	tr	tr	-	tr	-	-	-	-	-
2-O-metil-L-galactosa	13	15	16	12	11	10	10	12	14	22	24
3-O-metil-L-galactosa	3	3	2	3	4	5	4	3	2	1	tr
6-O-metil-D-galactosa	5	2	1	2	1	1	1	2	4	9	11
4-O-metil-D-galactosa	5	7	11	5	3	2	1	2	3	5	2
4-O-metil-L-galactosa	2	2	1	1	1	tr	tr	tr	tr	tr	-
D-Galactosa	46	42	38	46	54	51	53	52	48	41	43
L-Galactosa	33	38	43	37	30	33	32	31	32	27	22

^aLa fracción 1I también mostró cantidades significativas de D-Man, D-Glc, L-Rha, L-Ara y L-Fuc. Algunos de esos azúcares también aparecen en otras fracciones, usualmente como trazas.

Fuentes: Cases *et al.* (1995); Cases (1995); Stortz *et al.* (1997).

3-O-metilgalactosa son aproximadamente la mitad de aquellas obtenidas usando el método de los aldononitrilos acetilados. El método de los alditoles acetilados da valores que son intermedios

entre los obtenidos mediante el uso de los aldononitrilos y aquellos provenientes de los aminoalditoles. Para los otros azúcares metilados se observó la misma tendencia, aunque en

menor proporción. Los datos obtenidos por análisis de etilación (ver luego) muestran que la mejor coincidencia se da con un promedio de los tres métodos.

La relación D/L fue estimada como cercana a 1, y la rotación óptica fue altamente negativa, indicando así que el polisacárido tiene una estructura agaroides con alternancia de β -D-galactosas unidas en 3 y α -L-galactosas unidas en 4.

Si bien los xilogalactanos aislados de otras algas coralináceas (Usov *et al.*, 1995; Usov y Bilan, 1995) tienen características similares a aquellos encontrados en *Corallina officinalis*, allí no se informó de la presencia de azúcares metoxilados. También fue hallado un xilogalactano similar (Matulewicz *et al.*, 1994) en una especie de un orden radicalmente diferente, las Nemaliales, donde coexiste con los polisacáridos más habituales de ese orden, xilanos y xilomananos. Un xilogalactomanano sulfatado complejo fue también informado para otra especie (Usov *et al.*, 1981).

2.2. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS POLISACARIDOS DE *CORALLINA OFFICINALIS*

El estudio estructural de los coralinanos requirió del desarrollo de nuevos métodos, así como la

modificación de otros ya existentes. En primer lugar, se debió desarrollar un método cromatográfico que permitiera separar, identificar y cuantificar mezclas enantioméricas de los componentes de dicho polisacárido, en especial en lo que se refería a las galactosas monometiladas. Ni los métodos tradicionales (Aspinall, 1982), ni la aplicación de técnicas cromatográficas sobre glicósidos (Leontein *et al.*, 1978; Gerwig *et al.*, 1978) eran útiles en este caso. Se eligió una reacción del grupo aldehído de los azúcares con una amina quiral para rendir iminas (Oshima *et al.*, 1983), las que luego sufren una aminación reductiva *in situ* para dar 1-amino-1-desoxialditoles de cadena abierta (fig. 4), los que tras acetilación pueden separarse por CGL (Cases *et al.*, 1995). Se efectuó un estudio amplio utilizando diferentes aminas y condiciones de reacción, con lo que se determinaron las condiciones óptimas (Cases *et al.*, 1995).

El análisis por metilación de las once fracciones (Cases *et al.*, 1994 a) fue llevado a cabo utilizando el método de Hakomori sobre las sales de trietilamonio (Stevenson y Furneaux, 1991), obtenidas por pasaje a través de una resina catiónica. Los resultados se exhiben en la Tabla IV. El hecho de poseer mayores proporciones de 2,3,4,6-tetra-O-metilgalactosa en las fracciones permetiladas que originalmente eran más ricas en 4-O-metilgalac-

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

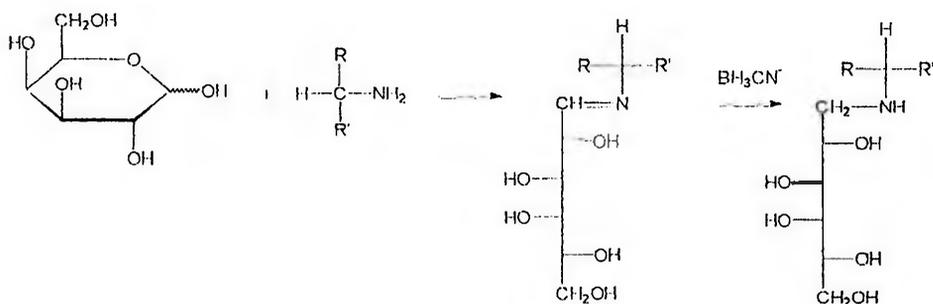


Figura 4. Formación de los 1-amino-1-desoxialditos de los azúcares.

Tabla IV. Análisis por metilación de los coralinanos (expresado como moles/100 moles de galactosas)^a

Posición de O-metilo	Fracción										
	1I	2I	3I	4I	4II	5I	5II	5III	6I	7I	8I
Xilosa											
2,3,4-	15	13	14	16	28	30	26	27	20	8	6
Galactosa											
2,3,4,6-	22	19	23	12	3	2	1	2	5	8	4
3,4,6-	8	6	10	4							
2,3,4-	6	2									
2,4,6-	16	13	10	9	5	4	5	7	8	14	15
2,3,6-	21	19	20	25	26	25	24	28	28	34	33
2,6-	5	11	13	9	11	10	10	11	10	7	6
4,6-	2	1		2	1						
3,6-	2	3	3	5	7	9	9	7	5	3	3
2,4-	18	20	18	33	44	48	51	45	40	32	36
2,3-		2			1						
6-		2	2								
2-		2	1	1	2	2			4	2	3

^aNo se muestran los porcentajes inferiores al 1%.

Fuente: Cases et al. (1994 a).

tosa sustentan la hipótesis que este último azúcar actúa como cadena lateral (Cases *et al.*, 1994 a).

Los intentos de desulfatación por el método solvolítico fueron infructuosos. Algunas fracciones fueron sometidas a desulfatación con HCl metanólico, el que da productos con rendimiento cercano al 90%, y una pérdida de sulfato cercana al 50% (Cases *et al.*, 1994 a). El análisis por metilación de esas fracciones (Tabla V) indicó que el sulfato se ubica en las posiciones 2 y 3 de unidades enlazadas por 4 y en la posición 6 de unidades enlazadas por 3. Como la desulfatación no fue completa, no puede confir-

marse si las unidades enlazadas por 4 sólo llevan sulfato y metoxilo como sustituyentes, aunque otros resultados apoyarían esta posibilidad (Cases *et al.*, 1994 a).

Dada la significativa proporción de galactosas naturales monometiladas en los polímeros, el análisis por metilación deja aspectos inciertos, que pueden salvarse utilizando yoduro de trideuterometilo o etilo como agentes alquilantes. Con la primera alternativa se obtendrían cromatogramas idénticos a aquellos provenientes de los derivados metilados, requiriéndose del uso de cromatografía acoplada a espectrometría de

Tabla V. Análisis por metilación de los coralinanos desulfatados (expresado como moles/100 moles de galactosas)^a.

Posición de	Fracción					
	O-metilo	3I	4I	4II	5I	5II
Xilosa						
2,3,4-	19 (+ 5)	25 (+ 9)	71 (+43)	44 (+14)	36 (+10)	35 (+8)
Galactosa						
2,3,4,6-	26 (+ 3)	10 (- 2)	4 (+ 1)	4 (+ 2)		3 (+1)
3,4,6-	9 (- 1)	4 (0)				
2,4,6-	14 (+ 4)	12 (+ 3)	14 (+ 9)	12 (+ 8)	11 (+ 6)	20 (+13)
2,3,6-	25 (+ 5)	33 (+ 8)	28 (+ 2)	43 (+18)	39 (+15)	38 (+10)
2,6-	9 (- 4)	7 (- 2)	4 (- 7)	2 (- 8)	3 (- 7)	2 (-9)
3,6-	<1 (- 3)	1 (- 4)	1 (- 6)	1 (- 8)	2 (- 7)	<1 (-7)
2,4-	16 (- 2)	33 (0)	48 (+ 4)	39 (- 9)	44 (- 7)	36 (-9)

^aEntre paréntesis, diferencia con los valores originales.

Fuente: Cases *et al.* (1994 a).

se del uso de cromatografía acoplada a espectrometría de masa (CGL-EM) para su interpretación y cuantificación. Si bien la segunda alternativa ya había sido utilizada por el grupo de Albersheim (Sweet *et al.*, 1974; 1975) con otros fines, se efectuó un estudio completo del uso de la etilación, la separación cromatográfica producida, y las características de los espectros de masa de los azúcares etilados derivatizados como alditoles y aldononitrilos acetilados (Cases *et al.*, 1994 b). Cuando fue utilizado el análisis por etilación (Tabla VI) se confirmaron datos estructurales (Cases *et al.*, 1994 a), que coinciden con la determinación de azúcares D/L suponiendo una estructura alternante: la 4-O-metilgalactosa actúa como cadena lateral simple, aunque no pueden descartarse proporciones menores de cadenas laterales dobles unidas en 2. La 2-O-metilgalactosa aparece mayormente en unidades B de L-galactosa enlazadas por 4 y no sustituidas, aunque en algunas fracciones aparece como extremo no reductor y/o en unidades A sustituidas en 6 (de acuerdo con la pequeña cantidad de 2-O-metil-D-galactosa encontrada por CGL). La 3-O-metilgalactosa también aparece en unidades enlazadas en 4 no sustituidas, aunque en la fracción 11 (de bajo peso molecular) también aparece en otras posiciones. La 6-O-metilgalactosa sólo aparece en

unidades enlazadas por 3, y no sustituidas. Fue determinado que sólo una pequeña cantidad de grupos metilo aparece en la misma unidad monomérica conjuntamente con otro sustituyente (Cases *et al.*, 1994 a).

Desafortunadamente, los espectros de resonancia magnética nuclear (RMN) de estos galactanos complejos no son tan simples como aquellos de otros galactanos que presentan una unidad disacarídica repetitiva regular. Los espectros de RMN de ^{13}C de tres fracciones fueron obtenidos con equipamiento de 400 MHz a alta temperatura (Cases, 1995); el dato más significativo es la aparición de cinco señales agudas correspondientes a las cadenas laterales de β -D-xilosa (a 106,0, 75,6, 78,3, 71,9 y 67,7 ppm), sugiriendo que sólo están unidas a una única posición, *i.e.* el C-6 de unidades de D-galactosa (Cases *et al.*, 1994 a). Es factible que la movilidad de la unión 1 \rightarrow 6 induzca la agudeza de las señales. Entre 59 y 60 ppm, aparecen las señales de los grupos metoxilo, y a 63 ppm, los picos correspondientes a C-6 no sustituido. Entre 69 y 80 ppm, se observan las señales correspondientes a carbonos que portan grupos hidroxilos secundarios y C-6 sustituidos, mientras que a 80-85 ppm aparecen los carbonos glicosilados. Para las fracciones 5I y 4II, se observan claramente los picos correspondientes a los carbonos anoméricos: a 106,0 y

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

Tabla VI. Análisis por etilación de los coralinanos (expresada como moles/100 moles de galactosas)^a

Posición de O-alquilo	Posición de O-metilo	Fracción									
		1I	2I	3I	4I	4II	5I	5II	5III	6I	
Xilosa											
2,3,4-	-	17	20	31	25	51	47	56	46	25	
Galactosa											
2,3,4,6-	-	7	10	10	4					1	
2,3,4,6-	2-	7	6	6	1						
2,3,4,6-	3-	3									
2,3,4,6-	4-	5	7	12	7	3			2	4	
3,4,6-	-	6	4	8	1						
3,4,6-	4-	4	3	2	1						
2,3,4-	-	3	1		2						
2,3,4-	3-	2									
2,4,6-	-	7	9	10	7	5	4	5	4	5	
2,4,6-	6-	3	3	1	2	1			2	4	
2,3,6-	-	12	9	8	12	13	12	11	13	14	
2,3,6-	2-	11	10	9	11	12	12	12	14	14	
2,3,6-	3-	2	2		3	4	5	4	4	3	
2,6-	-	7	10	10	13	11	11	11	13	12	
4,6-	-	1									
3,6-	-	3	4	1	6	9	12	9	8	5	
2,4-	-	12	14	21	22	42	42	48	35	36	
2,4-	2-	1	4		5		2		4	2	
2,3-	-	2	1		1						
6-	-	2	3	2	2				1		

^aNo se muestran los porcentajes menores al 1%

Fuente: Cases et al. (1994 a).

105,8 ppm, asignados a unidades de β -D-galactosa sustituidas en C-6 por xilosa y sulfato. Cerca de 103,2 y 103,0 ppm aparecen dos señales separadas, las que deberían corresponder a unidades de α -L-galactosa, posiblemente partidas por la presencia o ausencia de sustitución en C-3. Las señales a 101,2 y 100,8 ppm corresponden a residuos de α -L-galactosa sustituidos en 2 por grupos sulfato y metoxilo, respectivamente. En el espectro de la fracción 3I, una señal cercana a 98,9 ppm aparece, mientras que aquella a 101,2 desaparece, sugiriendo que parte de esta fracción tiene un patrón de sustitución marcadamente distinto.

El espectro de RMN de ^1H de la fracción 5I muestra las señales correspondientes a los grupos metoxilo (3,45-3,55 ppm). En la región anomérica, tres señales a δ 4,44-4,48 ppm representan las unidades de β -D-xilosa y β -D-galactosa, mientras que para la α -L-galactosa aparecen cuatro señales separadas, tal como ocurría con los espectros de RMN de ^{13}C . La sustitución en C-2 y/o C-3 con grupos sulfato y metoxilo origina las señales a 5,28, 5,35, 5,48 y 5,54 ppm. Se observa una señal muy pequeña debida a la presencia de cetales del ácido pirúvico.

Los datos analíticos de composición, metilación, desulfatación-metilación, etilación y RMN permitieron sacar conclusiones

sobre la estructura de los coralinanos (Cases *et al.*, 1994 a).

La estructura alternante [\rightarrow 3)- β -D-Galp-(1 \rightarrow 4)- α -L-Galp-(1 \rightarrow)] se encuentra modulada por sustitución con sulfato y cadenas laterales de β -D-xilosa (además de cantidades menores de metoxilo y cadenas laterales de 4-O-metil-galactosa) en la posición 6 de unidades A por sulfato, y en las posiciones 2 y 3 de las unidades B por grupos metoxilo y sulfato. Puede calcularse la proporción de los sustituyentes sobre la cadena para cada fracción. Sin embargo, las fracciones pueden organizarse en algunos grupos (Cases, 1995). La Tabla VII muestra los modelos de sustitución sugeridos para esos grupos. El **grupo principal**, formado por las fracciones 4II, 5I y 5II, representa aproximadamente un 60% de los coralinarios. Su estructura fundamental incluye a los C-6 de las unidades A sustituidos casi completamente, y proporciones aproximadamente similares de unidades B sustituidas en C-2 y C-3 con sulfato, metoxilo o no sustituidas (nunca se ha observado la presencia de grupos sulfato y metoxilo juntos en la misma unidad de galactosa). Las otras fracciones son en realidad variantes de esta estructura fundamental: la variante **grupo I**, formado por las fracciones que tardan en eluir fue arbitrariamente dividido en dos subgrupos, el **grupo I-A** (fracciones 5III y 6I) estructuralmente

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

Tabla VII. Estructura de los coralinanos (expresada por 100 unidades de disacárido)

GRUPO	Principal (4II, 5I, 5II)	I-A (5III&6I)	I-B (7I & 8I)	II-A (4I)	II-B (21&31)	II-C (1I)
Unidad A						
β -D-Gal						
6-O-(β -D-Xil) ^a	62	45	12	47	38	30
6-O-(4-O-MeGal) ^a	4	5	6	21	26	8
6-sulfato ^a	24	35	52	11	-	12
6-O-metil	1	6	21	3	4	9
Sin sustituir	9	9	9	18	32	40
Unidad B						
α -L-Gal						
2-sulfato	20	15	7	14	15	12
3-sulfato ^a	23	25	15	27	37	18
2-O-metil	28	33	63	30	36	31
3-O-metil	10	6	3	8	5	8
Sin sustituir	19	21	12	21	7	31

^aParte de los glicosilos sustituyentes asignados sobre C-6 de unidades A pueden en realidad estar sobre C-3 de unidades B; la cantidad equivalente de sulfato estaría entonces sustituyendo el C-6 de las unidades A en lugar de lo adjudicado al C-3 de unidades B.

Fuente: Stortz et al. (1997).

intermedio entre el grupo principal y el **grupo I-B**. La proporción de grupos metoxilo sobre las unidades B crece a expensas de los grupos sulfato, mientras que en las unidades A la proporción de grupos metoxilo y sulfato se incrementa a expensas de las

cadena lateral de xilosa. De algún modo, la polaridad de los sustituyentes se compensa en las moléculas, aunque pueden sugerirse la presencia de dominios más hidrofóbicos o más hidrofílicos en las diferentes fracciones (Cases et al., 1994 a). Se observa

una variación continua al pasar de la fracción 4II a la 8I.

En el otro extremo, la estructura de las fracciones que eluyen primero no es tan sencilla. Los estudios de desulfatación-metilación sugieren la presencia de ramificaciones sobre los C-3 de unidades B. Además, aparecen otros factores estructuralmente extraños.

La fracción 4I (**grupo II-A**) actúa de bisagra con las otras fracciones del **grupo II**. La sustitución sobre la unidad B es idéntica a la de los grupos principales, aunque en la unidad A, el sulfato y las cadenas laterales de xilosa en C-6 son reemplazados por cadenas de 4-O-metilgalactosa e hidrógeno. En el **grupo II-B** esta tendencia se acentúa, pero también la unidad B muestra cambios: la sustitución con grupos polares en C-3 se incrementa a expensas de metoxilo e hidrógeno, mientras que en C-2, la pequeña disminución en la proporción de sulfato e hidrógeno está compensada por un incremento en el contenido de metoxilo. La fracción 1I (**grupo II-C**) representa sólo una pequeña proporción del sistema. Puede observarse que la unidad A muestra menor sustitución total, aunque mayor proporción de grupos metoxilo; en la unidad B también se aprecia una menor sustitución, especialmente por grupos sulfato.

La variante **grupo II** muestra

algunas características especiales: bajos pesos moleculares y la presencia de azúcares diferentes, como glucosa, manosa, ramnosa, arabinosa, fucosa y grandes cantidades de 4-O-metilgalactosa (Cases *et al.*, 1992). Los estudios de alquilación de estas fracciones (Tablas IV y VI) muestran cantidades significativas de 2,3,4,6-tetra-, 3,4,6-tri- y 2,3,4-tri-O-alquilgalactosas (Cases *et al.*, 1994 a), que pueden asignarse a terminales no reductoras no sustituidas, y sustituidas en C-2 y C-6, respectivamente. Sin embargo, ya que sus proporciones son mayores que las esperadas por consideraciones de peso moleculares, es posible que estas fracciones presenten uniones 1→2 y/o 1→6 (Cases *et al.*, 1994 a). La 4-O-metilgalactosa aparece, luego de etilación, tanto como producto tetra-O-alquilado como sustituido en 3, 4 y 6, sugiriendo que, si este azúcar actúa sólo como sustituyente de la cadena, puede hacerlo parcialmente en forma de cadenas laterales dobles unidas a través de C-2, o con cadenas simples sulfatadas en C-2.

La 2,3,4,6-tetra-O-alquilgalactosa no se origina sólo en la 4-O-metilgalactosa sino también en la propia galactosa y sus 2- y 3-O-metil éteres, demostrando que estos estudios de etilación revelan nuevos modelos de ramificación divergentes.

3. CONCLUSIONES

3.1. Rol biológico del galactano sulfatado de *Corallina officinalis*

Pese a las características inusuales de los xilogalactanos de *Corallina officinalis* y otros miembros de la familia, estos comparten algunas características comunes con las de otros galactanos de algas rojas. Las Corallinaceae son algas calcáreas, en las que ca. 90% de su peso seco son cristales de carbonato de calcio (Borowitzka, 1987). Se sabe que los depósitos de CaCO_3 de algas están asociados con la pared celular o la capa de mucilago, al ser depositados sobre ellas o dentro de ellas (Borowitzka, 1987). En la Cocolithophoridae *Emiliania huxleyi* se determinó que un polisacárido ácido es la sustancia clave en el proceso de unión a Ca^{2+} (de Jong et al., 1976; Westbroek et al., 1984). En las Corallinaceae, la pared celular influencia la orientación de los cristales de CaCO_3 (Borowitzka, 1987). Se ha demostrado el efecto de muchos agentes sobre la nucleación, como aminoácidos, péptidos y polisacáridos ácidos. En *Corallina officinalis* se encontró una fracción que inhibe la cristalización de calca (Somers et al., 1990); extractos similares de otras algas no calcáreas o bien no son

inhibidoras, o inclusive son promotoras del crecimiento cristalino (Somers et al., 1990). Esta fracción es un complejo proteína-polisacárido, unido no covalentemente, rico en amino-ácidos y resistente a la pronasa, para el cual no se determinó una estructura detallada (Somers et al., 1990). La inesperada aparición de ácido algínico (Usov et al., 1995) en un alga roja también puede estar relacionada con el proceso de calcificación. Sin embargo, ya que las algas pardas no están calcificadas, su papel debe estar combinado con los de los coralinanos y componentes proteicos de la pared celular (Usov et al., 1995).

3.2. ¿EL "HEXÁGONO" DE LOS GALACTANOS SE CIERRA ?

Como se explicó anteriormente, dos estructuras extremas pueden postularse para el ágar: una es aquella de la agarosa "ideal", y la otra es la de un polímero en el cual toda la 3,6-anhidro-L-galactosa fue reemplazada por su precursor, la L-galactosa 6-sulfato. Los porfiranos y otros polisacáridos del orden Ceramiales tienen estructuras intermedias (con reemplazos parciales) entre aquellos dos extremos idealizados. Por otra parte, poseen metoxilos y otros sustituyentes.

Los carragenanos tienen contrapartes equivalentes. El

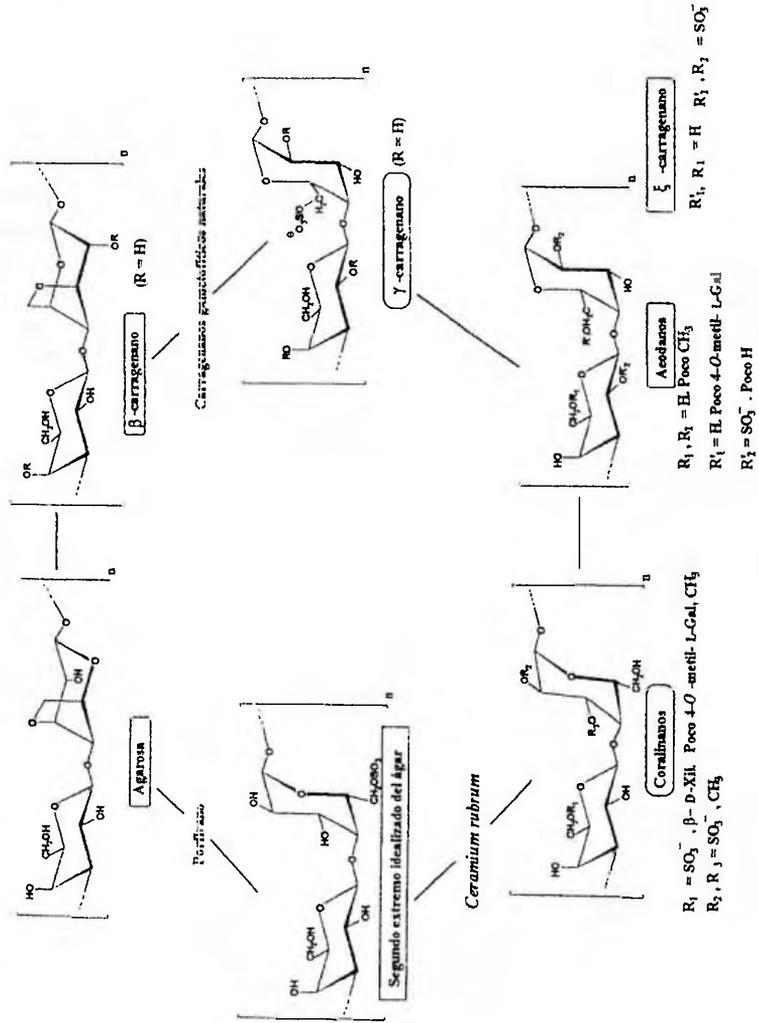


Figura 5. El hexágono de los galactanos. Fuente: Stortz et al. (1997).

β -carragenano es diastereomérico con la agarosa, y representa un extremo de la estructura del carragenano. En la misma posición, carragenanos más comunes como los κ o ι aparecen al sustituir con grupos sulfato. El carragenano γ (o sus equivalentes más sulfatados, μ , ν o λ) representa otro extremo de la estructura del carragenano, en el que la unidad B no es 3,6-anhidrogalaactosa, sino su precursor, la D-galaactosa 6-sulfato. La mayor parte de los carragenanos gametofíticos naturales están entre aquellos extremos. Los aeodanos y el ξ -carragenano representan un tercer extremo: polisacáridos sin 3,6-anhidrogalaactosa ni su precursor; aunque con otros sustituyentes: sulfato en ambos, metoxilo y cadenas laterales de 4-O-metilgalaactosa en el aeodano.

El polisacárido de *Ceramium rubrum* insinúa la misma tendencia en la familia del ágar: 20% de los residuos unidos por 4 no correspondieron ni a la 3,6-anhidro-L-galaactosa ni a su precursor (Turvey y Williams, 1976). Los coralinanos representan verdaderamente ese extremo: están completamente libres de 3,6-anhidrogalaactosa o sustituyentes en el C-6 de las unidades B. De esta forma, los coralinanos representan el sexto vértice del hexágono (fig. 5), una posición para la cual los aeodanos representan su contra parte (diastereómeros) en la familia del carragenano. Más aún, la

sustitución en los aeodanos, polisacáridos con un esqueleto de D-galaactosa, está llevada a cabo por 4-O-metil-L-galaactosa, mientras que en los coralinanos, que tienen la unidad B con la configuración L, esa misma cadena lateral tiene la configuración D.

Debe considerarse que dentro de este modelo del hexágono, algunos polisacáridos, como aquellos de *Grateloupia divaricata* o *Lomentaria catenata* que poseen unidades B que tienen ambas configuraciones, deben ubicarse dentro o en los lados horizontales del hexágono.

AGRADECIMIENTOS. A la Farm. María L. Flores, por su cuidadosa revisión de este trabajo. Al CONICET, OEA y UBA por financiar esta investigación. A.S.C. y C.A.S. son miembros de la Carrera del Investigador del CONICET.

BIBLIOGRAFÍA

- Allsobrook, A. J. R., Nunn, J. R. & Parolis, H. 1971. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part V. A polysaccharide from *Aeodes ulvoidea*. Carbohydr. Res., **16**: 71-78.
- Allsobrook, A. J. R., Nunn, J. R. & Parolis, H. 1974. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part VIII. The linkage of 4-O-methyl-

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- L-galactose in the sulphated polysaccharide of *Aeodes ulvoidea*. Carbohydr. Res., **36**: 139-145.
- Allsobrook, A. J. R., Nunn, J. R. & Parolis, H. 1975. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part IX. Investigation of the acetolysis products of the sulphated polysaccharide of *Aeodes ulvoidea*. Carbohydr. Res., **40**: 337-344.
- Araki, C. 1966. Some recent studies on the polysaccharides of agarophytes. Proc. Int. Seaweed Symp., **5**: 3-17.
- Araki, C. & Arai, K. 1957. Studies on the chemical constitution of agar-agar XX. Isolation of a tetrasaccharide by enzymic hydrolysis of agar-agar. Bull. Chem. Soc. Japan, **30**: 287-293.
- Araki, C., Arai, K. & Hirase, S. 1967. Studies on the chemical constitution of agar-agar. XXIII. Isolation of D-xylose, 6-O-methyl-D-galactose, 4-O-methyl-L-galactose and O-methylperose. Bull. Chem. Soc. Japan, **40**: 959-962.
- Aspinall, G. O. 1982. Chemical characterization and structure determination of polysaccharides. En G.O. Aspinall (ed.), The Polysaccharides, Academic Press, Orlando, **1**: 36-131.
- Barbakadze, V. V. & Usov, A. I. 1978. Polysaccharides of algae XXVI. Methylation and periodate oxidation of the polysaccharide from the red alga *Grateloupia divaricata* Okam. Eioorg. Khim., **4**: 1100-1106 (ruso).
- Barry, V. C. & McCormick, J. E. 1957. Properties of periodate-oxidised polysaccharides. Part VI. The mucilage from *Dilsea edulis*. J. Chem. Soc.: 2777-2783.
- Batey, J. F. & Turvey, J. R. 1975. The galactan sulphate of the red alga *Polysiphonia lanosa*. Carbohydr. Res., **43**: 133-143.
- Bert, M., Ben Said, R., Deslandes, E. & Cosson, J. 1989. Carrageenans from tetrasporophytic and gametophytic stages of *Cystoclonium purpureum*. Phytochemistry, **28**: 71-72.
- Borowitzka, M. A. 1987. Calcification in algae: mechanisms and the role of metabolism. CRC Crit. Rev. Plant Sci., **6**: 1-45.
- Bowker, D. M. & Turvey, J. R. 1968 a. Water soluble polysaccharides of the red alga *Laurencia pinnatifida*. Part I. Constituent units. J. Chem. Soc.: 983-988.
- Bowker, D. M. & Turvey, J. R. 1968 b. Water soluble polysaccharides of the red alga *Laurencia pinnatifida*. Part II. Methylation analysis of the galactan sulphate. J. Chem. Soc.: 989-992.
- Cases, M. R. 1995. Estudio del sistema de polisacáridos del alga roja calcárea *Corallina officinalis*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Cases, M. R., Cerezo, A. S. & Stortz, C. A. 1995. Separation and quantitation of enantiomeric galactoses as their mono-O-methylethers as their

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- diastereomeric 1-deoxy-1-(2'-hydroxypropylamino)-alditols. *Carbohydr. Res.*, **269**: 333-341.
- Cases, M. R., Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1992. Methylated, sulphated xylogalactans from the red seaweed *Corallina officinalis*. *Phytochemistry*, **31**: 3897-3900.
- Cases, M. R., Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1994 a. Structure of the «corallinans»-sulfated xylogalactans from *Corallina officinalis*. *Int. J. Biol. Macromol.*, **16**: 93-97.
- Cases, M. R., Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1994 b. Separation and identification of partially ethylated galactoses as their acetylated aldonitriles and alditols by capillary gas chromatography and mass spectrometry. *J. Chromatogr.*, **662**: 293-299.
- Chopin, T., Hanisak, M. D. & Craigie, J. S. 1994. Carrageenans from *Kallymenia westii* (Rhodophyceae) with a review of the phycocolloids produced by the Cryptonemiales. *Bot. Mar.*, **37**: 433-444.
- Ciancia, M., Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1993. L-galactose containing galactans from the carrageenophyte *Gigartina skottsbergii*. *Phytochemistry*, **34**: 1541-1543.
- Craigie, J. S. Cell walls. 1990. En: Cole, K. M. & Sheath, R. G., (eds) *Biology of the red algae*, Cambridge University Press, New York: 221-257.
- Craigie, J. S. & Rivero-Carro, H. 1992. Agarocolloids from carrageerophytes. *Abstr. XIVth. Int. Seaweed Symp.*: 71.
- De Jong, E. W., Bosch, L. & Westbroek, P. 1976. Isolation and characterization of a Ca^{2+} binding polysaccharide associated with coccoliths of *Emiliana huxleyi* (Lohmann) Kamptner. *Eur. J. Biochem.*, **70**: 611-621.
- Di Ninno, V. L. & McCandless, E. L. 1978. The chemistry and immunochemistry of carrageenans from *Eucheuma* and related algal species. *Carbohydr. Res.*, **66**: 85-93.
- Doty, M. S. & Santos, G. A. 1978. Carrageenans from tetrasporic and cystocarpic *Eucheuma* species. *Aquat. Bot.*, **4**: 143-150.
- Duckworth, M. & Yaphe, W. 1971. The structure of agar: Part I. Fractionation of a complex mixture of polysaccharides. *Carbohydr. Res.*, **16**: 189-197.
- Farrant, A. J., Nunn, J. R. & Parolis, H. 1971. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part VI. A polysaccharide from *Pachymenia carnosa*. *Carbohydr. Res.*, **19**: 161-168.
- Farrant, A. J., Nunn, J. R. & Parolis, H. 1972. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part VII. Investigation of the acetolysis products of a partially desulphated sample of the polysaccharide of *Pachymenia carnosa*. *Carbohydr. Res.*, **25**: 283-292.
- Furneaux, R. H., Miller, I. J. & Stevenson, T. T. 1990. Agaroids from New Zealand

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- members of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta): a novel dimethylated agar. *Hydrobiologia*, **204/205**: 645-654.
- Furneaux, R. H. & Stevenson, T. T. 1990. The xylogalactan sulfate from *Chondria macrocarpa* (Ceramiales, Rhodophyta). *Hydrobiologia*, **204/205**: 615-620.
- Gerwig, G. J., Kamerling, J. P. & Vliegenthart, J. F. G. 1978. Determination of the D and L configuration of neutral monosaccharides by high-resolution capillary G.L.C. *Carbohydr. Res.*, **62**: 349-357.
- Greer, C. W. & Yaphe, W. 1984. Characterization of hybrid (beta-kappa-gamma) carrageenan from *eucheuma gelatinae* J. Agardh (Rhodophyta, Solieriaceae) using carrageenases, infrared and ¹³C-nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Bot. Mar.*, **28**: 473-478.
- Hirase, S. & Watanabe, K. 1972. Fractionation and structural investigation of funoran. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **7**: 451-454.
- Hirase, S., Watanabe, K., Takano, R. & Tamura, J. 1982. Structural features of the sulfated polysaccharide isolated from the red seaweed *Laurencia undulata*. *Int. Carbohydr. Symp. Abstracts* **11**: 3-12.
- Hirst, E. L., Mackie, W. & Percival, E. E. 1965. The water-soluble polysaccharides of *Cladophora rupestris* and of *Chaetomorpha* spp. Part II. The site of ester sulphate groups and the linkage between the galactose residues. *J. Chem. Soc.*: 2958-2967.
- Hosford, S. P. C. & McCandless, E. L. 1975. Immunochemistry of carrageenans from gametophytes and sporophytes of certain red algae. *Can. J. Bot.*, **53**: 2835-2841.
- Kochetkov, N. K., Usov, A. I. & Miroshnikova, L. I. 1967. Polysaccharides of algae I. Water soluble polysaccharides of the red alga *Laingia pacifica*. *Zh. Obshch. Khim.*, **37**: 792-796 (ruso).
- Kochetkov, N. K., Usov, A. I. & Miroshnikova, L. I. 1970 a. Polysaccharides of algae IV. Fractionation and methanolysis of sulfated polysaccharide from *Laingia pacifica* Yamada. *Zh. Obshch. Khim.*, **40**: 2469-2473 (ruso).
- Kochetkov, N. K., Usov, A. I. & Miroshnikova, L. I. 1970 b. Polysaccharides of algae V. Further study of composition and structure of sulfated polysaccharide from *Laingia pacifica* Yamada. *Zh. Obshch. Khim.*, **40**: 2473-2478 (ruso).
- Kochetkov, N. K., Usov, A. I., Miroshnikova, L. I. & Chizhov, O. S. 1973. Polysaccharides of algae XII. Partial hydrolysis of polysaccharide from *Laingia pacifica* Yamada. *Zh. Obshch. Khim.*, **43**: 1832-1839 (ruso).
- Lawson, C. J., Rees, D. A., Stancioff, D. J. & Stanley, N. F. 1973.

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- Carrageenans. Part VIII. Repeating structures of galactan sulphates from *Furcellaria fastigiata*, *Gigartina canaliculata*, *Gigartina chamiissoi*, *Gigartina atropurpurea*, *Ahnfeltia durvillaei*, *Gymnogongrus furcellatus*, *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma isiforme*, *Eucheuma uncinatum*, *Aghardhiella tenera*, *Pachymenia hymantophora*, and *Gloiopeltis cervicornis*. J. Chem. Soc. Perkin Trans. I 2177-2182.
- Leontein, K., Lindberg, B. & Lönngrén, J. 1978. Assignment of absolute configuration of sugars by g.l.c. of their acetylated glycosides formed from chiral alcohols. Carbohydr. Res., **62**: 359-362.
- Matulewicz, M. C., Ciancia, M., Nosedá, M. D. & Cerezo, A. S. 1989. Carrageenans systems from tetrasporic and cystocarpic stages from *Gigartina skottsbergii*. Phytochemistry, **28**: 2937-2941.
- Matulewicz, M. C., Haines, H. H. & Cerezo, A.S. 1994. Sulphated xylogalactans from *Nothogenia fastigiata*. Phytochemistry, **36**: 97-103.
- McCandless, E. L., Craigie, J. S. & Walter, J. A. 1973. Carrageenans in the gametophytic and sporophytic stages of *Chondrus crispus*. Planta, **112**: 201-212.
- Miller, I. J., Falshaw, R. & Furneaux, R. H. 1995. Structural analysis of the polysaccharide from *Pachymenia lusoria* (Cryptonemiaceae, Rhodophyta). Carbohydr. Res., **268**: 219-232.
- Mollion, J., Morvan, H., Bellanger, F. & Moreau, S. 1988. ¹³C NMR study of heterogeneity in the carrageenan system from *Rissoella verruculosa*. Phytochemistry, **27**: 2023-2026.
- Nunn, J. R. & Parolis, H. 1968 a. A polysaccharide from *Aeodes orbitosa*. Carbohydr. Res., **6**: 1-11.
- Nunn, J. R. & Parolis, H. 1968 b. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part II. Isolation of 4-O-methyl-L-galactose, 6-O-methyl-D-galactose, and two disaccharides from hydrolysates of aeodan. Carbohydr. Res., **8**: 361-362.
- Nunn, J. R. & Parolis, H. 1969. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part II. A polysaccharide from *Phyllymenia cornea*. Carbohydr. Res., **9**: 265-276.
- Nunn, J. R. & Parolis, H. 1970. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part IV. Methylation analysis of phyllymenan and desulphated phyllymenan. Carbohydr. Res., **14**: 145-150.
- Nunn, J. R., Parolis, H. & Rusell, I. 1971. Sulphated polysaccharides of the Solieriaceae family. Part I. A polysaccharide from *Anatheca dentata*. Carbohydr. Res., **20**: 205-215.
- Nunn, J. R., Parolis, H. & Rusell, I. 1973. Sulphated polysaccharides of the Solieriaceae family. Part II. The acidic

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- components of the polysaccharides from the red alga *Anatheca dentata*. Carbohydr. Res., **29**: 281-289.
- Nunn, J. R., Parolis, H. & Rusell, I. 1981. Sulphated polysaccharides of the Solieriaceae family. Part III. The desulphated polysaccharide of *Anatheca dentata* Carbohydr. Res., **95**: 219-226.
- Oshima, R., Kumanotani, J. & Watanaba, C. 1983. Gas-liquid chromatographic resolution of sugar enantiomers as diastereoisomeric methylbenzylaminoalditols. J. Chromatogr., **259**: 159-163.
- Painter, T. J. 1982. Algal polysaccharides. En G.O. Aspinali (ed.), The Polysaccharides. Academic Press, Orlando. **2**: 195-285.
- Parolis, H. 1973. Sulphated polysaccharides of the Grateloupiaceae family. Part X. The structure of the polysaccharide of *Pachymenia carnosa*. Carbohydr. Res., **62**: 313-320.
- Parolis, H. 1981. The polysaccharides of *Phyllymenia hieroglyphica* (= *P. belangeri*) and *Pachymenia hymantophora*. Carbohydr. Res., **93**: 261-267.
- Penman, A. & Rees, D. A. 1973. Carrageenans. Part IX. Methylation analysis of galactan sulphates from *Furcellaria fastigiata*, *Gigartina canaliculata*, *Gigartina chamissoi*, *Gigartina atropurpurea*, *Ahnfeltia durvillaei*, *Gymnogongrus furcellatus*, *Eucheuma isiforme*, *Eucheuma uncinatum*, *Aghardhiella tenera*, *Pachymenia hymantophora*, and *Gloiopeltis cervicornis*. Structure of ξ -carrageenan. J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 2182-2187.
- Pernas, A. J., Smidsrød, O., Larsen, B. & Haug, A. 1967. Chemical heterogeneity of carrageenans as shown by fractional precipitation with potassium chloride. Acta Chem. Scand., **21**: 98-110.
- Pickmere, S. E., Parsons, M. J. & Bailey, R. W. 1973. Composition of *Gigartina* carrageenan in relation to sporophyte and gametophyte stages of the life cycle. Phytochemistry, **12**: 2441-2444.
- Rees, D. A. 1961. Estimation of the relative amounts of isomeric sulphate esters in some sulphated polysaccharides. J. Chem. Soc.: 5168-5171.
- Rees, D. A. 1969. Structure, conformation, and mechanism in the formation of polysaccharides gels and networks. Adv. Carbohydr. Chem. Biochem., **24**: 267-332.
- Shashkov, A. S., Usov, A. I. & Yarotskii, S. V. 1978. Polysaccharides of algae XXIV. The application of ^{13}C nmr spectroscopy to the analysis of the structures of polysaccharides of the agar group. Bioorg. Khim., **4**: 74-81 (ruso).
- Silva, P. C. & Johansen, H. W. 1986. A reappraisal of the order Corallinales (Rhodophyceae).

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- Br. Phycol. J., **21**: 245-254.
- Smith, D. B. & Cook, W. H. 1953. Fractionation of carrageenin. Arch. Biochem. Biophys., **45**: 232-233.
- Somers, J. A., Tait, M. I., Long, W. F. & Williamson, F. B. 1990. Activities of *Corallina* (Corallinales) and other Rhodophyta polymers in the modulation of calcification. Hydrobiologia, **204/205**: 491-497.
- Stevenson, T. T. & Furneaux, R. H. 1991. Chemical methods for the analysis of sulphated galactans from red algae. Carbohydr. Res., **210**: 277-298.
- Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1986. The potassium chloride-soluble carrageenans of the red seaweed *Iridaea undulosa* B. Carbohydr. Res., **145**: 219-235.
- Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1988. The λ -componentes of the "intermediate" fractions of the carrageenan from *Iridaea undulosa*. Carbohydr. Res., **172**: 139-146.
- Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1993. The systems of carrageenans from cystocarpic and tetrasporic stages from *Iridaea undulosa*: fractionation with potassium chloride and methylation analysis of the fractions. Carbohydr. Res., **242**: 217-227.
- Stortz, C. A., Cases, M. R. & Cerezo, A. S. 1997. Red seaweed galactans. Methodology for the structural determination of corallinan, a different agaroid. En R. R. Townsend & A. T. Hotchkiss Jr. (eds), Techniques in Glycobiology, Marcel Dekker, New York: 567-593.
- Sweet, D. P., Albersheim, P. & Shapiro, R. H. 1975. Partially ethylated alditol acetates as derivatives for elucidation of the glycosyl linkage composition of polysaccharides. Carbohydr. Res., **40**: 199-216.
- Sweet, D. P., Shapiro, R. H. & Albersheim, P. 1974. The mass spectral fragmentation of partially ethylated alditol acetates, a derivative used in determining the glycosyl linkage composition of polysaccharides. Biomed. Mass Spectrom., **1**: 263-268.
- Takano, R., Nose &, Hayashi, K., Hara, S. & Hirase, S. 1994. Agarose-carrageenan hybrid polysaccharides from *Lomentaria catenata*. Phytochemistry, **37**: 1615-1619.
- Turvey, J. R. & Simpson, P. R. 1966. Polysaccharides from *Corallina officinalis*. Proc. Int. Seaweed Symp., **5**: 323-327.
- Turvey, J. R. & Williams, E. L. 1976. The agar type polysaccharides from the red alga *Ceramium rubrum*. Carbohydr. Res., **49**: 419-425.
- Usov, A. I. & Barbakadze, V. V. 1978. Polysaccharides of algae XXVII. Partial acetolysis of the sulphated galactan from the red alga *Grateloupia divaricata* Okam. Biorg. Khim., **4**: 1107-1115 (ruso).
- Usov, A. I. & Bilan, M. I. 1995. Polysaccharide composition of the calcareous red alga *Bossiella cretacea* (P. et R.) Johansen (Rhodophyta, Co-

C. Stortz et al.: Coralinanos, nuevos agaroides

- raliinaceae). Eur. Carbohydr. Symp. (EUROCARB), **8**: B59.
- Usov, A. I., Bilan, M. I. & Klochkova, N. G. 1995. Polysaccharides of algae 48. Polysaccharide composition of several calcareous red algae: isolation of alginate from *Corallina pillulifera* P. et R. (Rhodophyta, Corallinaceae). Bot. Mar., **38**: 43-51.
- Usov, A. I. & Elashvili, M. Ya. 1991. Polysaccharides of algae 44. Investigation of sulfated galactan from *Laurencia nipponica* Yamada (Rhodophyta, Rhodomelaceae) using partial reductive hydrolysis. Bot. Mar., **34**: 553-560.
- Usov, A. I., Ivanova, E. G. & Elashvili, M. Ya. 1989. Polysaccharides of algae XLI. Characterization of water soluble polysaccharides from several representatives of the genus *Laurencia* (Ceramiaceae, Rhodophyta). Bioorg. Khim., **15**: 1259-1267 (ruso).
- Usov, A. I., Miroshnikova, L. I. & Barbakadze, V. V. 1975. Polysaccharides of algae XVII. Water-soluble polysaccharides of the red algae *Grateloupia divaricata* and *Grateloupia turuturu*. Zh. Obshch. Khim., **45**: 1618-1624.
- Usov, A. I., Yarotskii, S. V. & Shashkov, A. S. 1980. ¹³C-NMR spectroscopy of red algal galactans. Biopolymers **19**: 977-990.
- Usov, A. I., Yarotsky, S. V. & Esteves, M. L. 1981. Polysaccharides of algae XXXII. Polysaccharides of the red alga *Galaxaura squalida* Kjelm. Bioorg. Khim., **7**: 1261-1270.
- Westbroek, P., de Jong, E. W., van der Wal, P., Borman, A. H., de Vrind, J. P. M., Kok, D., de Bruijn, W. C. & Parker, S. B. 1984. Mechanisms of calcification in the marine alga *Emiliana huxleyi*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, **304**: 435-444.
- Whyte, J., Hosford, S. & Englar, J. 1985. Assignment of agar or carrageenan structures to red algal polysaccharides. Carbohydr. Res., **140**: 336-341.
- Zablackis, E. & Santos G. A. 1986. The carrageenan of *Catenella nipae* Zanard., a marine red alga. Bot. Mar., **29**: 319-322.



**EDAD Y CRECIMIENTO DE LA ALMEJA *TAWERA GAYI*
(HUPE) DE BAHIA GOLONDRINA (CANAL BEAGLE,
TIERRA DEL FUEGO).**

**Age and growth of the clam *Tawera gayi* (Hupé) from
Golondrina Bay (Beagle Channel, Tierra del Fuego).**

Miguel S. Isla (*) y Sandra Gordillo (**)

(*) Ministerio de Economía. Subsecretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano. San Martín 1401. 9410. Ushuaia, Tierra del Fuego.

(**) Centro Austral de Investigaciones Científicas. c.c. 92. 9410. Ushuaia, Tierra del Fuego.

RESUMEN

Se estudió la edad y el crecimiento de la almeja *Tawera gayi* (Hupé) de bahía Golondrina, canal Beagle (Tierra del Fuego) a partir del análisis de las líneas de crecimiento internas de las valvas. La edad fue determinada por el recuento del número de anillos (*annuli*) y para hallar la relación entre la edad y la talla (alto de las valvas) se ajustó un polinomio de tercer grado como expresión del crecimiento de los individuos. Los resultados obtenidos sobre 352 individuos indican que la edad varía entre 3 y 23 años, y las edades mejores representadas están comprendidas entre 8 y 10 años (36%). El crecimiento individual en esta población

M. S. Isla y S. Gordillo: Edad y crecimiento de *Tawera gayi*.

muestra un aumento muy leve a partir de una talla aproximada de 26 mm de alto, que puede extenderse durante varios años.

Palabras clave: Edad, crecimiento, *Tawera gayi*, canal Beagle.

ABSTRACT

Age and growth of the clam *Tawera gayi* (Hupé) from Golondrina Bay in the Beagle Channel (Tierra del Fuego) were studied by analysis of the internal growth lines. Age was determined by counting the number of rings (*annuli*), and the relationship between age and shell height was expressed using a polynomial equation for shell growth. The results on 352 specimens showed that the youngest and oldest specimens were 3 and 23 years old respectively, being the ages of 8 to 10 the most common (36%). The growth curve showed a very slight increase in growth rate after 26 mm of height.

Key words: Age, growth, *Tawera gayi*, Beagle Channel.

INTRODUCCION

Tawera gayi (Hupé) es un bivalvo semi-infaunal típico de la región Magallánica. Su área de distribución se extiende por el Atlántico entre los 54° S y los 38° S y por el Pacífico entre los 54° S y los 33° S (Carcelles, 1950). En el canal Beagle esta especie habita el infralitoral arenoso. En dicho canal la temperatura y la salinidad medias son de 7,5°C y 30 g/l, respectivamente (Derrotero Argentino, 1981).

La finalidad de este trabajo es caracterizar, de manera preliminar, la población de *Tawera gayi* que habita la bahía Golondrina (canal

Beagle), estudiando su edad y crecimiento a partir de la estructura interna de las valvas.

Entre los numerosos trabajos que se han realizado en los últimos años con esta técnica podemos mencionar a Arnold *et al.* (1991), Brock (1980), Jones *et al.* (1989, 1990) y Ropes (1982), entre otros.

Esta técnica de determinación de la edad, que no cuenta con antecedentes en nuestro país, se basa en el análisis de las líneas de crecimiento internas que se observan en secciones transversales pulidas de cada valva.

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Juan J.



Figura 1: Mapa de ubicación del canal Beagle (Tierra del Fuego) indicando la procedencia del material estudiado.

López Gappa por sus valiosas observaciones.

MATERIAL Y METODOS

Las variables (número de anillos de crecimiento y longitud, alto y peso de las valvas) fueron evaluadas a partir de 352 valvas completas de *Tawera gayi*, tomadas de cinco cuadrados de 1 m² y obtenidos al azar (de concentraciones de conchillas depositadas en el mesolitoral de la bahía Golondrina (fig. 1). A diferencia de la mayoría de los trabajos que utilizan ejemplares vivos, éste se basó en valvas arrojadas a la playa por las corrientes, cuyo conjunto constituye las denominadas asociaciones transportadas o alóctonas. Se consideraron sólo las almejas con valvas completas unidas por el ligamento.

Para el retrocálculo de tallas se estudió la relación entre el largo y el alto de la valvas medidas al milímetro inferior. Posteriormente se calculó la relación alto-peso de la valva. La naturaleza del método empleado no permitió la discriminación por sexos.

Para cada ejemplar se contabilizaron las líneas de crecimiento observadas en secciones transversales pulidas de cada valva (fig. 2) desde el umbo al margen ventral, como se explica en Jones *et al.* (1978) y en Neves & Moyer (1988). Esta metodología resulta más confiable que la lectura de anillos externos dado que se descartan los falsos anillos u ornamentales que no aparecen en los cortes desde el umbo hasta el margen ventral, evitando de esta manera la sobreestimación de la edad o la subestimación de la misma cuando por la agrupación

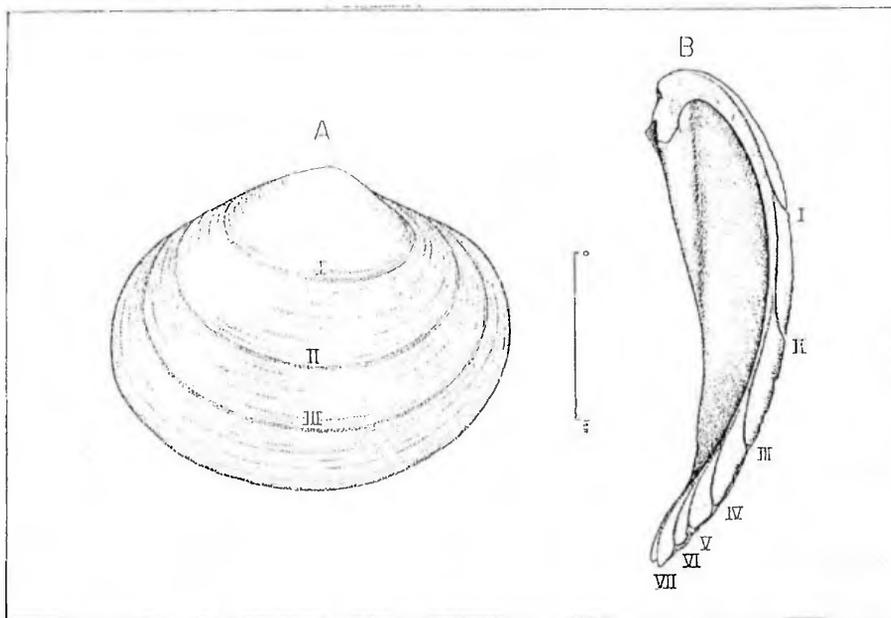


Figura 2: Esquema de una valva de *Tawera gayi* de bahía Golondrina (Tierra del Fuego) donde se destacan los anillos de crecimiento. A. Vista externa de una valva entera. B. Sección transversal pulida de la misma valva. Nótese que en B se observan siete anillos de los cuales cuatro (IV, V, VI y VII) son difíciles de distinguir en A.

de líneas de crecimiento se dificulta el conteo de anillos (fig. 2).

La determinación de la edad parte del supuesto de la formación de un anillo invernal que marca un año de vida. Si bien no se hizo la validación para esta especie, la hipótesis de formación de un anillo anual, que ocurre en la mayoría de los bivalvos, se basó en la com-

paración con otras especies de moluscos antárticos y subantárticos (Brey & Hain, 1992; Dextraze, 1987).

Con los altos promedio obtenidas para cada edad leída, se ajustó un modelo polinómico de tercer grado como expresión del crecimiento de los individuos (Davenport *et al.*, 1984).

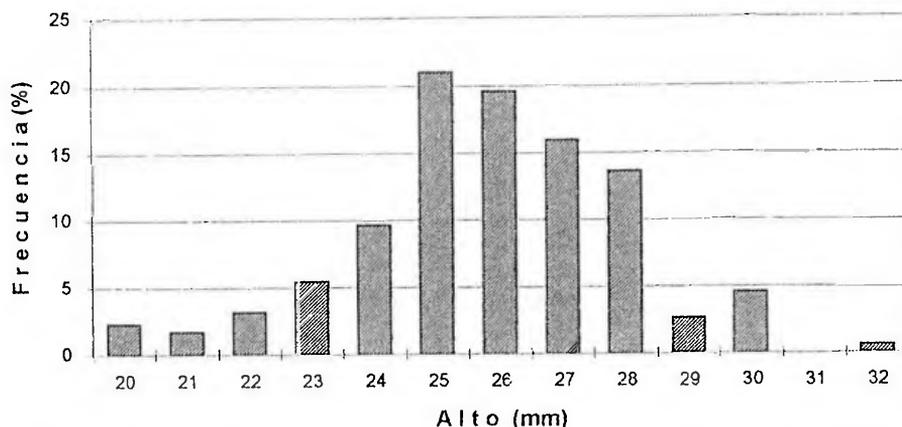


Figura 3: Distribución de frecuencias de tallas de 352 ejemplares estudiados de *Tawera gayi* de bahía Golondrina (Tierra del Fuego).

RESULTADOS

Para la distribución de frecuencias de tallas (fig. 3), se obtuvo un promedio de 25,81 mm y una desviación estándar de 2,16 sobre un total de 352 ejemplares.

Para la relación entre el largo y el alto de las valvas, el modelo lineal es el que presentó mejor ajuste con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,80 (fig. 4).

Para la relación entre el alto y el peso de la valva se obtuvo una ecuación que se ajusta al modelo potencial con $R^2 = 0,81$ (fig. 5).

La edad máxima observada fue de 23 años y la mínima de 3, siendo las edades 8 a 10 las más abundantes (36%).

La relación entre la talla individual expresada como el alto de la valva y la edad en años se visualiza en la Figura 6, donde se han graficado los valvres obser-

vados y el ajuste polinómico, que responde a la siguiente expresión:

$$Y = 14,901 + 2,5701 X - 0,1856 X^2 + 0,0044 X^3 \quad (R^2 = 0,95)$$

donde Y = alto de la valva (mm),
X = edad (años).

DISCUSION

Los datos obtenidos sugieren, en términos relativos, un crecimiento lento y una alta longevidad. En base a la curva de crecimiento se observa que a partir de una determinada altura de las valvas (aproximadamente 26 mm), *Tawera gayi* vive varios años aumentando su tamaño en forma leve o nula. Esto está evidenciado por una marcada coalescencia de las líneas de crecimiento sobre el borde o margen ventral en los ejemplares de un alto mayor a 26 mm.

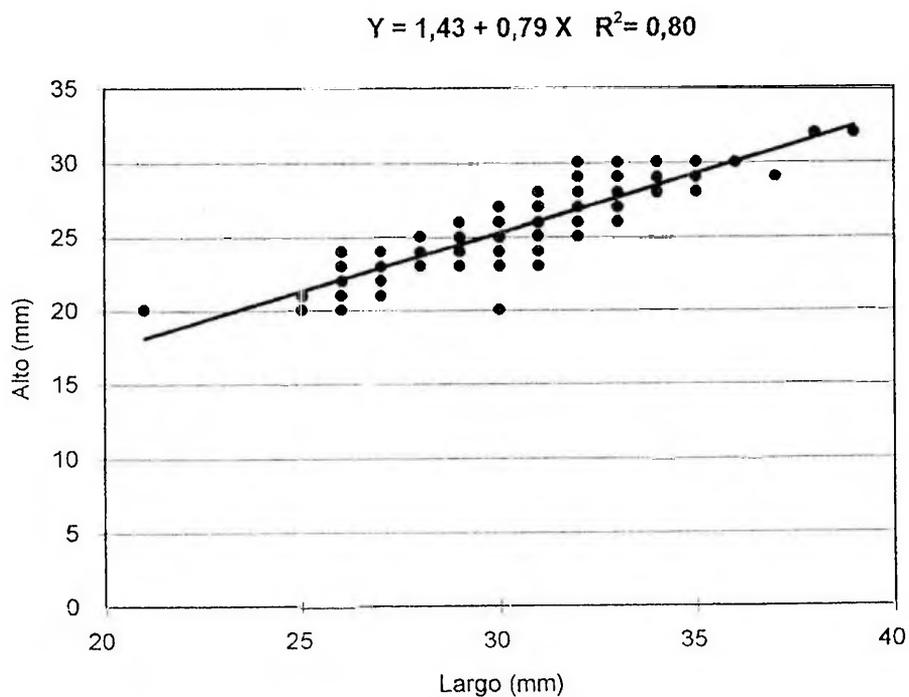


Figura 4: Regresión lineal entre el largo y alto de la valva de *Tawera gayi* de bahía Golondrina (Tierra del Fuego).

$$Y = 0,0002 X^{3,0847} \quad R^2 = 0,81$$

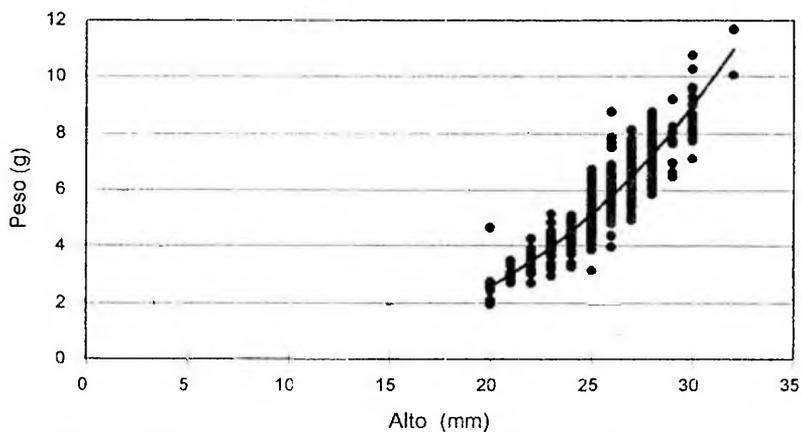


Figura 5: Relación entre el alto y el peso de la valva de *Tawera gayi* de bahía Golondrina (Tierra del Fuego).

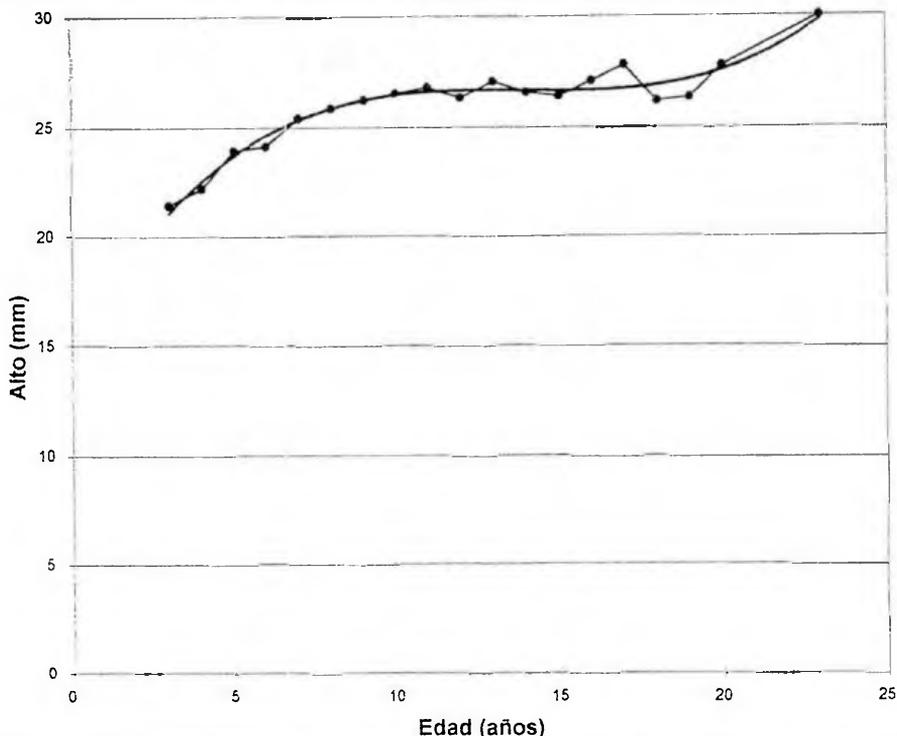


Figura 6: Crecimiento de *Tawera gayi* de bahía Golondrina (Tierra del Fuego), expresado como una función polinómica.

Por otro lado, en el ajuste de la Figura 6 se evidencia un aparente incremento en la tasa de crecimiento al llegar los animales a las edades mayores (≥ 20 años), debido a la presencia de algunos individuos de talla especialmente grande. Esta circunstancia fue asimismo observada por Davenport et al. (1984) en su análisis del crecimiento del mejillón y de la cholga de las islas Malvinas; los autores atribuyen este hecho ya sea a un posible sesgo en el muestreo o bien a la existencia de una mortalidad selectiva (no explicada) de los individuos viejos de

una talla comparativamente menor.

El transporte selectivo (asociación alóctona) no permitió la presencia de valvas de las primeras edades de la población (1 y 2 años).

Si bien el método de muestreo no es un estimador directo de los parámetros poblacionales, permite extraer información equivalente a la que podría obtenerse de la población viva.

Esta técnica de lectura de edades presenta mayor confiabilidad que otras técnicas usadas, y dado que en nuestro país - como

se mencionó anteriormente, no cuenta con antecedentes, sería conveniente incrementar su utilización. Además, con esta metodología se reduce la mortalidad que se ocasiona en un muestreo típico.

Dado que el crecimiento de una especie es un carácter poblacional, en el futuro sería interesante comparar estos resultados con los obtenidos de otras poblaciones de la misma especie, ya sea dentro del canal Beagle (hábitats diferentes) o en otras latitudes (regiones geográficas distintas).

BIBLIOGRAFIA

- Arnold, W. S., Marelli, D. C., Bert, T. M., Jones, D. S. & Quitmyer, I. R. 1991. Habitat-specific growth of hard clams *Mercenaria mercenaria* (L.) from the Indian River, Florida. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **147**: 245-265.
- Brey, T. & Hain, S. 1992. Growth, reproduction and production of *Lissarca notorcadensis* (Bivalvia: Philobryidae) in the Weddell Sea, Antarctica. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **82**: 219-226.
- Brock, V. 1980. Evidence for niche differences in sympatric populations of *Cerastoderma edule* and *C. lamarcki*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **2**: 75-80.
- Carcelles, A. 1950. Catálogo de los moluscos marinos de Patagonia. *Anales del Museo Nahuel Huapi*, **2**, Buenos Aires.
- Davenport, J., Davenport, J. & Davies, G. 1984. A preliminary assessment of growth rates of mussels from the Falkland Islands (*Mytilus chilensis* Hupé and *Aulacomya ater* (Molina)). *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **41**: 154-158.
- Derrotero Argentino. 1981. Parte III. Archipiélago fueguino. Islas Malvinas. *Serv. Hidrogr. Naval*, 4º Ed., H 203: 304 pp.
- Dextraze, B. L. 1987. The paleoenvironmental effect of high latitudes on the internal growth lines of the late Eocene bivalve *Eurhormalea antarctica*. Thesis Purdue University.
- Jones, D. S., Arthur, M. A. & Allard, D. J. 1989. Sclerochronological records of temperature and growth from shells of *Mercenaria mercenaria* from Narragansett Bay, Rhode Island. *Mar. Biol.*, **102**: 225-234.
- Jones, D. S., Quitmyer, I. R., Arnold, W. S. & Marelli, D. C. 1990. Annual shell banding, age, and growth rate of hard clams (*Mercenaria* spp.) from Florida. *J. Shellf. Res.*, **9**(1): 215-225.
- Jones, D. S., Thompson, I. & Ambrose, W. 1978. Age and growth rate determinations for the Atlantic surf clam *Spisula solidissima* (Bivalvia: Mactracea), based on internal growth lines in shell cross-sections. *Mar. Biol.*, **47**: 63-70.
- Neves, R. J. & Moyer, S. N. 1988. Evaluation of techniques for age determination of freshwater mussels (Unionidae). *Amer. Malacol. Bull.*, **6**(2): 179-188.
- Ropes, J. W. 1982. Procedures for preparing acetate peels of embedded valves of *Arctica islandica* for ageing. U.S. Dep. Commer., NOAA, NMFS, Woods Hole Lab., Doc. 82-18, 8 pp.

**UNA NUEVA ESPECIE DE *GORDIUS* (LINNE, 1758)
(GORDIACEAE, NEMATOMORPHA) DE LA PATAGONIA.**

A new species of *Gordius* (Linné, 1758) (Gordiaceae Nematomorpha)
from Patagonia.

Delma B. de Miralles y L. Cristina de Villalobos

Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y
Museo. Paseo del Bosque s/n. 1900 La Plata, provincia de Buenos Aires,
Argentina.

RESUMEN

En este trabajo se describe una nueva especie de *Gordius* (Linné 1758), *Gordius spinosus*, del que se analizaron seis hembras colectadas en distintas localidades de la provincia de Río Negro. Las características cuticulares se estudiaron utilizando microscopio electrónico de barrido. Se aportan datos morfológicos, métricos y de distribución.

Palabras claves: Río Negro, *Gordius*, nueva especie, cutícula.

ABSTRACT

A new species, *Gordius spinosus*, is described from Río Negro Province, Argentina, based on six female specimens. The structure of the cuticle has been examined by means of scanning electron microscope. Morphological, morphometric and geographical data are provided.

Key words: Río Negro, *Gordius*, new species, cuticle.

INTRODUCCION

Desde que en 1758 Linné nomina el género *Gordius*, para la especie *Gordius aquaticus*, fueron innumerables los estudios que se realizaron tanto para la fauna europea como para la americana, en todos los casos los estudios se efectuaron con microscopía óptica, sobre materiales en su mayoría preservados, raramente sobre ejemplares vivos.

Para la sistemática del grupo se resaltaban características como el color del cuerpo, el tamaño, el surco postcloacal de los machos y la presencia o ausencia de manchas blancas en la cutícula. Todo esto trajo apareado una gran confusión, ya que el color y el tamaño pueden variar en los ejemplares de una misma especie; del mismo modo, si el material es fresco o preservado, y si se trata de formas adultas o juveniles. El surco postcloacal es un carácter genérico, no específico y las manchas blancas pueden o no estar presentes aun en materiales pertenecientes a una misma especie. La estructura cuticular es el elemento más apropiado en la diagnosis de todos los nematomorfos. Es por esto que en los últimos años los estudios sistemáticos de los gordiáceos se ven facilitados por el uso del microscopio electrónico de barrido (Eakin & Erandenburger, 1974; Redlich, 1930; Poinar, 1990; Bresciani, 1991) que permite un análisis ultraestructural y

resaltar las diferencias de la cutícula en las distintas especies.

En este trabajo se describe con microscopía electrónica de barrido una nueva especie, *Gordius spinosus*, de la provincia de Rio Negro.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares examinados fueron medidos y se dibujó la parte anterior y posterior de las hembras. Luego se sumergieron varias veces en alcohol 96° y mediante cepillo, suavemente, se limpió la cutícula para quitar impurezas. Se realizaron 2 ó 3 cortes tangenciales de la cutícula en la parte media del cuerpo; los trozos obtenidos fueron aclarados en lactofenol para eliminar la musculatura subyacente, y posteriormente lavados con alcohol 100°. Se montaron en tacos de bronce y se metalizaron en oro 24 en plasma de argón, luego fueron observados y fotografiados con un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM 100. El material estudiado está depositado en el Departamento de Zoología del Museo de La Plata.

Las autoras agradecen al Sr. B. Amalfi y a la Lic. L. Semenas por el envío del material que colectaron y al personal del Departamento de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias Naturales por la colaboración prestada en la utilización del servicio.

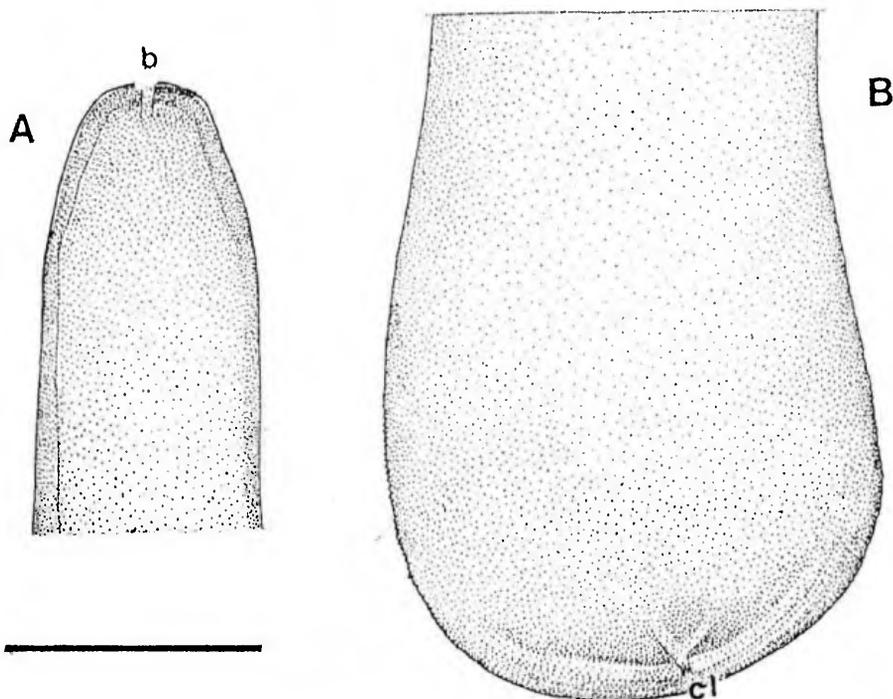


Figura 1: *Gordius spinosus* n. sp. A, extremo anterior. B, extremo posterior. b, boca; cl, cloaca. La barra representa 500 μ m.

RESULTADOS

Diagnosis: Soma cilíndrico, de color castaño, afinado hacia el extremo anterior. Parte posterior entera. Cutícula lisa sin aréolas, con estructuras espiniformes.

Descripción:

Hembra: Cuerpo de color castaño. Extremo anterior afinado con la boca en posición central y terminal (fig. 1 A). Extremo posterior (fig. 1 B) de mayor diámetro que

el resto del cuerpo. La cloaca es semicircular y se ubica en el centro del borde distal.

Cutícula: Observada con microscopio óptico es lisa, desprovista de aréolas, destacándose fibras subcuticulares entrecruzadas que delimitan áreas romboidales, observándose además manchas blancas. Mediante la microscopía electrónica de barrido se evidencia igualmente lisa pero perforada por pequeños poros de po-

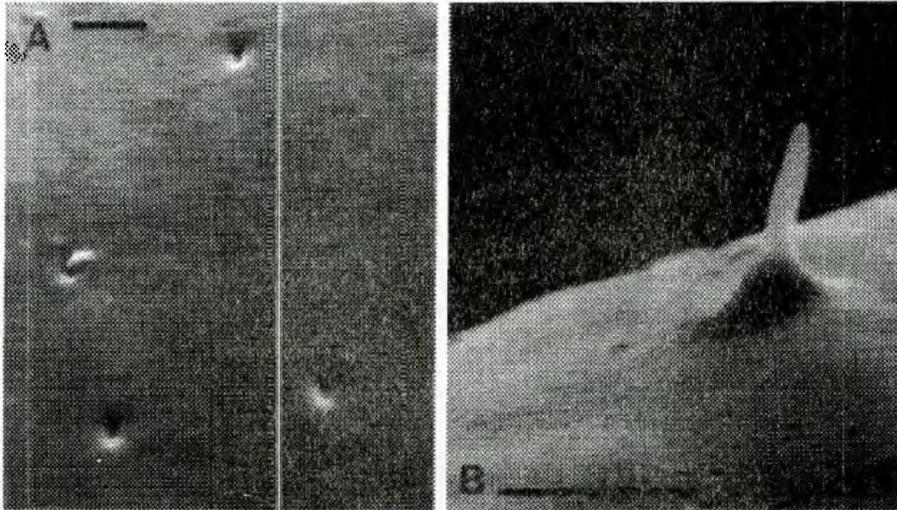


Figura 2: *Gordius spinosus n. sp.* A, detalle de cutícula con poros (p). B, detalle de cutícula con estructura espiniforme. Las barras representan 10 μm .



Figura 3: *Gordius spinosus n. sp.* Detalle de cutícula donde se observan estructuras espiniformes y depresiones suaves. La barra representa 10 μm .

D. B. de Miralles y L. C. Villalobos: Nueva de especie de *Gordius*.

sible función secretora (fig. 2 A). Sobre la superficie se advierten elevaciones coniformes (fig. 2 B) de las que emergen estructuras espiniformes de aparente función sensorial. Asimismo, se destacan depresiones de escasa profundidad (fig. 3).

Material examinado:

Holotipo hembra de 208 mm de largo por 0,360 mm de ancho. Col. B. Amalfi 1-1984 N° 85. Localidad tipo: Argentina, Río Negro, Cinco Saltos. Paratipos 2 hembras de 106 mm x 0,366mm y 120mm x 0,475 mm de largo y ancho respectivamente N° 85. Localidad: Argentina, Río Negro, Cinco Saltos. Col. B. Amalfi 1-1984.

Otro material examinado: 3 hembras de 204 mm x 1,098 mm; 290 mm x 1,372 mm y 196 mm x 0,915 mm de largo y ancho respectivamente; col. L. Semenas 12-1985 N° 113. Localidad: Argentina, Río Negro, Bariloche, Nahuel Huapi.

El nombre de la especie está referido a la presencia de estructuras espiniformes en la cutícula.

BIBLIOGRAFIA

Bresciani, J. 1991. Nematomorpha. *Microscop. Anat. Invert.*, 4 (5): 197-218.
Eakin, R. M. & Branderburger J. L. 1974. Ultrastructural features of a Gordian worm (Nematomorpha).

J. *Ultrastructural Res.*, 46: 351-374.
Linné, C. 1758. *Systema Naturae*. 10th ed. 647 pp.
Poinar, G. O. Jr. 1990. Hair worm (Nematomorpha, Gordioidea) parasites of New Zealand Wetas (Orthoptera = Stenopelmatidae). *Can J. Zool.*, 69: 1592-1599.
Redlich, A. 1980. Description of *Gordius attoni* sp. n. (Nematomorpha, Gordiidae) from Northern Canada. *Can. J. Zool.*, 58: 382-385.



**ASOCIACIONES DE MACROALGAS INTERMAREALES
EN EL GOLFO SAN JOSE (PROVINCIA DEL CHUBUT,
ARGENTINA).**

**San José Gulf intertidal seaweed associations (Chubut,
Argentina).**

Alicia L. Boraso de Zaixso y Héctor E. Zaixso

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional de La Patagonia. Facultad de Ciencias Naturales y Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Ciudad Universitaria Km 4, 9000 Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

RESUMEN

Se estudia la distribución de las asociaciones de macroalgas intermareales del golfo San José (Argentina: 42° 20' S; 64° 20' W). La similitud y el agrupamiento entre unidades muestrales (u.m.) fueron obtenidos mediante el índice de Ochiai y el método de clasificación jerárquica de pesos proporcionales (WPGMA). Las relaciones entre los grupos hallados y factores ambientales tales como tipo de sustrato, nivel en el intermareal, pendiente, agua retenida durante la bajamar y la exposición relativa a la luz solar, fueron estudiadas a través de un análisis factorial de correspondencias (inerencia explicada por los tres primeros ejes:

A. Boraso & H. Zaiexo: Asociaciones intermareales de macroalgas.

98,4 %). Se delimitaron cuatro grupos: El grupo con *Enteromorpha prolifera* (Müller) J. Agardh como especie indicadora se halla asociado principalmente a sustratos duros y sombreados de pendiente marcada, y con niveles de la costa altos. El grupo con *Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin y *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Greville como especies indicadoras se halla asociado principalmente a niveles altos de la costa y escasa retención de agua. El grupo que tiene por especies indicadoras a *Antithamnionella ternifolia* (Hooker & Harvey) y *Desmarestia sp.* presenta como el grupo de *E. prolifera* afinidad por sustratos duros de pendiente elevada, baja insolación y baja retención de agua, pero corresponde a los más bajos niveles de la costa. El grupo con las especies indicadoras *Polysiphonia abscissa* Hooker & Harvey y *Corallina officinalis* Linnaeus se asocia principalmente a sustratos duros con retención de agua media o alta y niveles bajos del intermareal, secundariamente con sustratos insolados de baja pendiente. Las u.m. sin macroalgas se asocian principalmente a playas de sustratos muebles (gravas-gránulos y arenas), incluyendo aquellos estabilizados por la presencia de filamentos bisales de mitilidos.

Palabras clave: Intermareal, asociaciones algales, macroalgas, golfo San José, Argentina.

ABSTRACT

The distribution of intertidal marine benthic seaweed associations in the San José Gulf (Argentina: 42° 20' S; 64° 20' W) were studied. Resemblance among sampling units was calculated using the Ochiai index and hierarchical clustering was performed with the weighted simple average method (WPGMA). Relationships between groups and environmental factors such as substrate type, level, slope, water retention during low water and relative exposition to sunlight was studied by correspondence analysis (inertia explained by the first three axes: 98.4 %). Four groups were delimited: The *Enteromorpha prolifera* (Müller) J. Agardh group was mainly on hard substrata with steep slope, low insolation, at high shore levels. The *Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin - *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Greville group was found mainly at high shore levels with low water retention. The *Antithamnionella ternifolia* (Hooker & Harvey) - *Desmarestia sp.* group was found in the same environment that the *E. prolifera* group but at the lowest levels in the shore. The *Polysiphonia abscissa* Hooker & Harvey - *Corallina officinalis* Linnaeus group was associated with low shore levels

and medium-high water retention and hard substrata. Seaweed absence was associated with sand or pebble-granule substrata beaches, including those aggregated with mytilid byssal threads.

Key words: Intertidal, seaweeds, associations, San José Gulf, Argentina.

INTRODUCCION

Se han realizado relativamente pocos trabajos sobre las asociaciones de macroalgas marinas intermareales de la costa de Argentina, la mayoría de ellos de índole cualitativa. Los trabajos abarcan localidades de Tierra del Fuego (Skottsberg, 1941; Kühnemann, 1976; Zaixso *et al.*, 1978), Puerto Deseado en Santa Cruz (Kühnemann, 1969 a, 1969 b, 1972; Hall & Boraso, 1975) y golfo Nuevo en Chubut (Olivier *et al.*, 1966). También se pueden mencionar algunos trabajos florísticos sobre algas de la provincia de Buenos Aires (Taylor, 1939; Sar *et al.*, 1984). La mayor parte de los trabajos taxonómicos realizados en la costa argentina desde 1970 se encuentran listados en Pujals (1963, 1977), Papenfuss (1964) y Boraso de Zaixso & Quartino (1993).

En esta contribución se describe la distribución de las asociaciones intermareales de macroalgas bentónicas en el golfo San José en la provincia del Chubut (42° 20' S; 64° 20' W), así como su relación con algunos factores ambientales tales como el nivel de

ubicación en el intermareal, declive, sustrato, retención de agua durante la bajamar y grado de exposición a la luz solar.

Se agradece a los Drs. J. Pringle y N. Cazzaniga por la lectura crítica del original.

AREA DE ESTUDIO

El agua del golfo San José (42° 20' S; 64° 20' W) presenta temperaturas superficiales promedio de 12,9 °C, desde 9,3 °C en agosto-septiembre hasta 16,8 °C en febrero (Sánchez & Zaixso, 1995). Las temperaturas medias del aire para la localidad cercana de Puerto Madryn (42° 46' S; 65° 02' W) son de 7,6 °C en junio y 21,3 °C en enero (Labraga, 1984).

La salinidad de superficie muestra escasa variación (33,48 a 34,26 ‰). Las lluvias (173 mm anuales) son la mayor fuente de agua dulce (Charpy & Charpy, 1977).

Las mareas son del tipo regular semi-diurno. El nivel medio del agua es de 3,5 m respecto del promedio de bajamares de sicigia que se halla a 0,61 m por encima

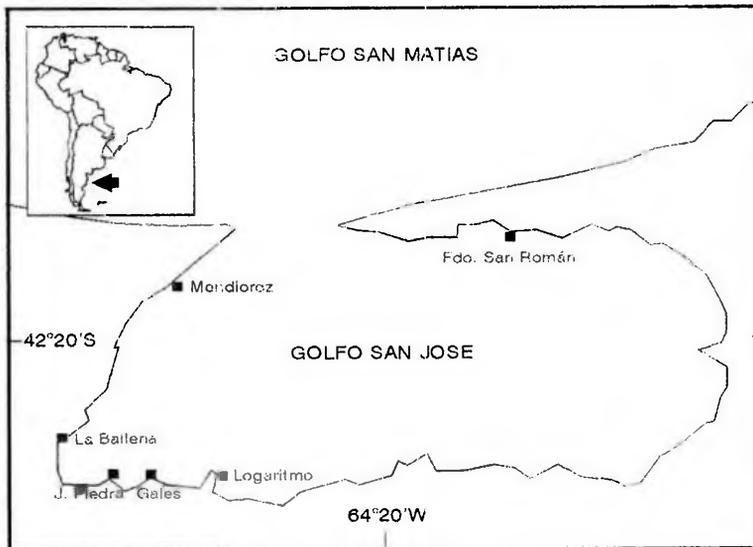


Figura 1: Ubicación de las localidades estudiadas y citadas.

del plano de reducción; el promedio de las bajamareas de cuadratura se halla 1,83 m por encima del plano de reducción. Las amplitudes extremas de mareas son de 4,57 m en cuadratura y de 7,01 m en sicigia (SHN, 1980, 1982, 1986).

METODOS

Muestreo

Las unidades muestrales (u.m.) fueron obtenidas removiendo con espátulas y punzones, superficies de 0,25 m², durante los períodos de bajamar, en septiembre de 1980, octubre y septiembre de 1982 y septiembre de 1986, en los siguientes sitios: fondeadero San Román, La Ballena, punta Gales y punta Juan de la Piedra (fig. 1).

En cada localidad el muestreo se hizo ubicando una transecta, perpendicular a la línea de costa, en sitios con pendiente uniforme. En cada transecta se distinguieron niveles aproximadamente equidistantes y sobre éstos las u.m. fueron situadas al azar. El número de u.m. no fue igual para todas las localidades. Se obtuvo un total de 112 u.m., de las cuales 62 contenían macroalgas.

Como complemento, se realizaron, en las localidades muestreadas y otras, observaciones cualitativas durante los veranos de 1987 y de 1993 para verificar la permanencia de las asociaciones determinadas para primavera.

Sustratos

En los sitios con sustratos muebles se tomaron por punto de

muestreo al menos dos u.m. de los sedimentos de los 10 cm superficiales con un cilindro de plexiglás. Se determinó su granulometría por tamizado en húmedo, estimándose la fracción o fracciones granulométricas dominantes.

Se diferenciaron tres categorías mayores de sustratos muebles: **gr**, con dominancia de gravas y/o gránulos; **ar**, con dominancia de arenas (desde muy gruesas hasta muy finas); **se**, sustratos muebles estabilizados por la presencia de filamentos bisales de mitílidos y formados por una fracción dominante de gránulos y una fracción subdominante por lo general de arenas finas.

A las categorías anteriores se sumó una cuarta correspondiente a sustratos duros formados por tobas y areniscas (**sd**).

Nivel, pendiente, exposición a la luz solar y retención de agua

Los niveles de ubicación de las u.m. en el intermareal fueron referidos al nivel promedio de las bajamares de sicigia, considerándose cinco categorías: **n1**, 0 a 1,40 m; **n2**, 1,41 a 2,80 m; **n3**, 2,81 a 4,20 m; **n4**, 4,21 a 5,60 m y **n5**, 5,61 a 7 m.

Se definieron dos clases de pendiente del terreno: **sv**, pendiente suave (menos de 30°) y **ab**, pendiente abrupta (más de 60°). No se encontraron en el terreno pendientes intermedias.

Respecto de la exposición a la luz solar se consideraron dos

situaciones: localidades sombreadas y localidades expuestas.

Se definieron tres grados de retención de agua durante la bajamar: **r1**, sin retención de agua; **r2**, con alguna retención y **r3**, con suficiente agua retenida como para cubrir completamente a las plantas.

Análisis de laboratorio

Las u.m. fueron fijadas en el laboratorio con una solución de formaldehído al 5%. Posteriormente las algas fueron separadas y clasificadas bajo lupa binocular y microscopio. En el caso de tratarse de material filamentos mezclado se tomaron cinco submuestras al azar.

Análisis biocenológico y estadístico

La semejanza entre las 62 u.m. que contenían macroalgas fue analizada en primer lugar mediante el coeficiente de Ochiai (Legendre & Legendre, 1979).

$$O(x_j, x_k) = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$$

Donde: **O** es un índice de similitud, varía entre uno (u.m. iguales) y cero (u.m. sin especies en común); **x_j**, **x_k**, ..., **x_N** son unidades muestrales; **a** es el número de especies presentes en las u.m. **x_j** y **x_k**; **b** es el número de especies presentes sólo en la u.m. **x_j**; **c** es el número de espe-

cies presentes sólo en la u.m. x_k .

La elección de este índice se basó en las siguientes consideraciones:

i. Los datos de presencia-ausencia tienden a proporcionar resultados más robustos que los datos cuantitativos (Green, 1979).

ii. Un coeficiente binario era más adecuado que un coeficiente cuantitativo para la identificación de asociaciones. La noción de *facies* corresponde al predominio temporal o espacial de una o pocas especies, sin implicar cambios en la composición cualitativa de la comunidad (Pérès & Picard, 1964). Se han señalado por ejemplo los cambios de dominancia que tienen lugar durante determinados años en asociaciones vegetales, sin cambios concomitantes en la composición expresada por la presencia-ausencia (Guinochet, 1968).

iii. El de Ochiai es uno de los tres índices binarios recomendados por Janson & Vegelius (1981) y uno de los cuatro mejores índices presencia-ausencia sobre un total de 43, comparados por Hubalek (1982).

Las similitudes obtenidas fueron tratadas mediante el método WPGMA de aglomeración jerárquica, o "simple average sorting method" (Sneath & Sokal, 1973; Legendre & Legendre, 1979; Digby & Kenton, 1994),

utilizando un programa basado en Mather (1976). El número de grupos fue obtenido de acuerdo a la mayor distancia entre grupos en pasos sucesivos de la aglomeración (Hair *et al.*, 1992), con la condición accesoria de que el número de grupos formados quedara entre 3 y 7.

Para verificar la estabilidad de los grupos obtenidos, se llevó a cabo su validación (Punj & Stewart, 1983; Gauch, 1989; Hair *et al.*, 1992). Para ello se dividió al azar el muestreo en dos conjuntos de 31 u.m. y se realizó un análisis de agrupamiento (WPGMA) con cada conjunto por separado y de acuerdo a las reglas enunciadas más arriba. Al comparar la composición de u.m. de los mismos, entre sí y con el agrupamiento completo, se pudo verificar que las soluciones obtenidas eran semejantes (Hair *et al.*, 1992).

Para cada grupo, el grado de presencia de sus especies componentes fue medido a través de porcentaje de u.m. del grupo en las que cada especie estaba presente.

La fidelidad de una especie a un grupo particular se midió como el porcentaje de u.m. del grupo donde la especie estaba presente, respecto del total de u.m. con presencia de la misma; cuando este porcentaje era del 100% la especie se definió como **exclusiva** del grupo. Para evaluar la fidelidad y siguiendo la recomendación de Goodall (1953), se comparó la

proporción de la especie en ese grupo respecto de su proporción en el resto de los grupos a través de pruebas de X^2 ajustadas por la continuidad o bien, en aquellos casos donde al menos uno de los valores esperados era menor de 5, a través de una prueba exacta de Fisher. Se definieron como especies **características** de un grupo, a aquellas asociadas al mismo al menos con un nivel de significación del 5 %.

Se definieron como especies **indicadoras** de un grupo a las especies características que se hallaron además presentes al menos en un 50 % de las u.m. del grupo.

El alga roja *Hildenbrandtia* sp. fue hallada en todo el rango vertical analizado; la especie no fue considerada en el análisis de grupos porque en algunas u.m., puede haber pasado inadvertida por su hábito incrustante y escasa cantidad.

Las relaciones entre los grupos obtenidos y los factores ambientales se analizaron a través de un análisis factorial de correspondencias (Benzecri, 1976; Legendre & Legendre, 1979). Para este análisis se incorporaron todas las u.m. sin macroalgas, consideradas como un grupo.

La terminología aplicada a los diferentes niveles litorales sigue la nomenclatura de Pérès (1961 y 1982 a).

RESULTADOS

Análisis de agrupamiento

En el dendrograma se separaron cuatro grupos principales (fig. 2). El análisis del grado de presencia de las especies en cada uno se muestra en la Tabla I.

El grupo A tiene por especie indicadora a *Enteromorpha prolifera* y como especies características a *Bostrychia* sp., *Cladophora coelothrix*, *Enteromorpha linza* y *Acrosiphonia* sp. El grupo cuenta con un total de nueve especies exclusivas.

El grupo B tiene por especies indicadoras a *Blidingia minima* y *Enteromorpha compressa*, carece de otras especies características y tiene sólo una especie exclusiva.

El grupo C tiene por especies indicadoras a *Antithamnionella ternifolia* y *Desmarestia* sp; cuenta además con *Streblocladia camptoclada* como especie característica y posee un total de cinco especies exclusivas. Este grupo, de pocas u.m. sólo se encuentra en el muestreo sobre sustrato rocoso vertical de la localidad de fondeadero San Román.

El grupo D tiene por especies indicadoras a *Corallina officinalis* y *Polysiphonia abscissa*; *Ceramium rubrum* es especie característica. El grupo cuenta con nueve especies exclusivas.

Muchas especies estaban presentes en solo una o dos u.m. Otras como *Hildenbrandtia* sp.

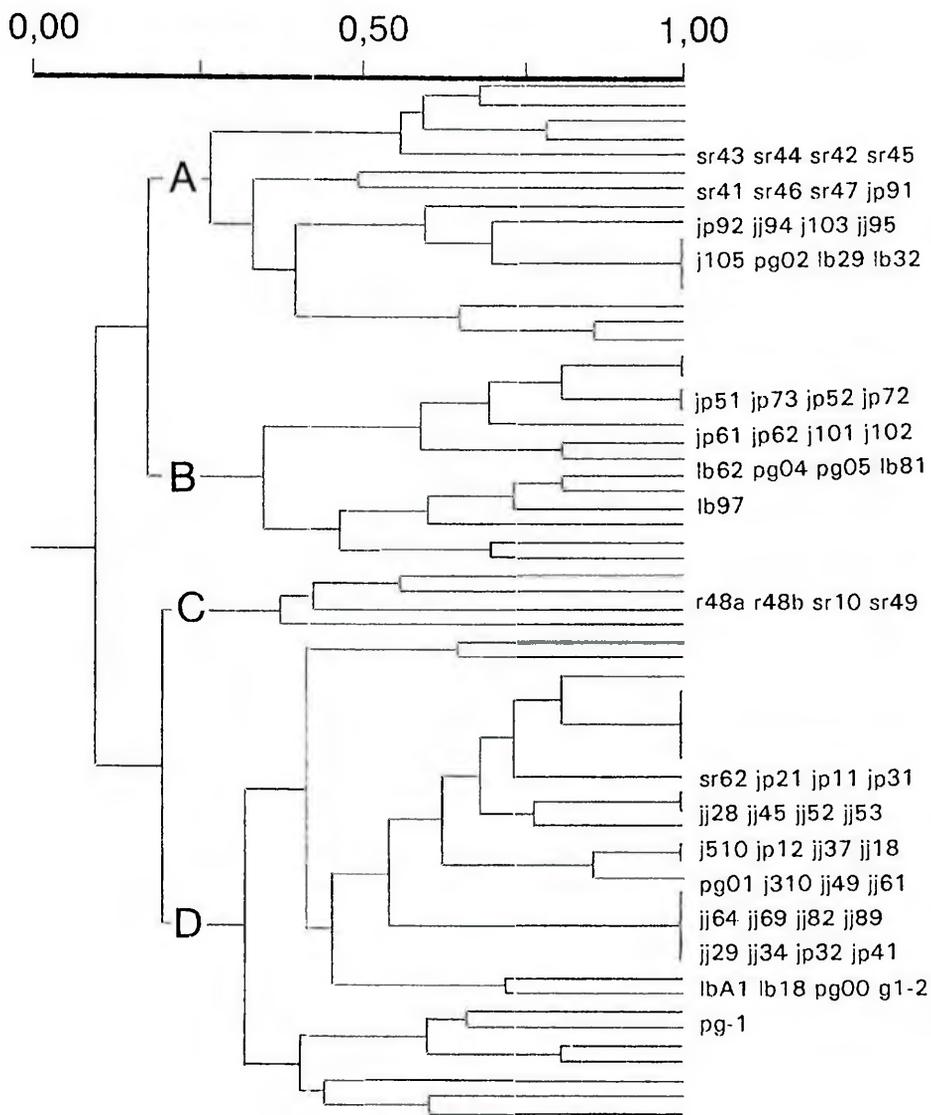


Figura 2: Clasificación de las u.m. mediante el índice de Ochiai y el método de agrupamiento jerárquico WPGMA. Se indican a la derecha las u.m. que constituyen cada grupo: **sr-r**, fondeadero San Román; **jp-jj-j**, punta Juan de la Piedra; **pg-g**, punta Gales; **lb**, La Ballena.

A. Boraso & H. Zaizso: Asociaciones intermareales de macroalgas.

Tabla I: Especies componentes de los principales grupos del dendrograma. El primer número señala el grado de presencia en el grupo y el número entre paréntesis su fidelidad. E: especie exclusiva del grupo. +: especie característica del grupo con $p < 0,05$. *: especie característica con $p < 0,01$ #: especie indicadora.

Grupos	A	B	C	D
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Endlicher (1)	6 (E)	-	-	-
<i>Asteronema australe</i> Delépine et Asensi (1)(4)	12 (E)	-	-	-
<i>Acrosiphonia</i> sp.	+19 (E)	-	-	-
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) J. Agardh (1)	6 (E)	-	-	-
<i>Lola californica</i> (Collins) Chapman	19 (E)	-	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing (1)	6 (E)	-	-	-
<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot (1)	6 (E)	-	-	-
<i>Bostrychia</i> sp. (1)	*31 (E)	-	-	-
<i>Enteromorpha lingulata</i> J. Agardh (1)	12 (E)	-	-	-
<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin	25 (31)	#69 (69)	-	-
<i>Enteromorpha prolifera</i> (Müller) J. Agardh	#100 (94)	8 (6)	-	-
<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J. Agardh	*37 (75)	-	50 (25)	-
<i>Ullothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret (1)	-	8 (E)	-	-
<i>Enteromorpha compressa</i> (Linnaeus) Greville	19 (25)	#61 (67)	-	3 (8)
<i>Porphyra columbina</i> Montagne	25 (36)	36 (46)	25 (9)	3 (9)
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	12 (6)	38 (14)	25 (3)	#93 (77)
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	6 (7)	31 (27)	75 (20)	24 (46)
<i>Callithamnion gaudichaudii</i> C. Agardh	19 (50)	-	50 (33)	3 (17)
<i>Streblocladia camptoclada</i> (Montagne) Falkenberg	37 (33)	-	*25 (44)	7 (23)
<i>Polysiphonia abscissa</i> Hooker et Harvey (3)	12 (8)	-	25 (4)	#79 (88)
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye (4)	25 (57)	-	-	10 (43)
<i>Sphacelaria</i> sp. (2)(4)	12 (25)	-	-	21 (75)
<i>Heterosiphonia merenia</i> Falkenberg (1)	6 (50)	-	-	3 (50)
<i>Catenella</i> sp. (1)	12 (50)	-	-	69 (50)
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing (1)	*31 (83)	-	-	3 (17)
<i>Desmarestia</i> sp. (1)	-	-	#50 (E)	-
<i>Antithamnionella ternifolia</i> (Hocker et Harvey) Linnaeus	-	-	#100 (E)	-
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing (1)	-	-	25 (E)	-
<i>Enteromorpha bulbosa</i> (Suringar) Montagne (1)	-	-	25 (E)	-
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen ex Roth) J. Agardh (1)	-	-	25 (E)	-
<i>Giffordia granulosa</i> (Smith) Hamel (1)(4)	-	-	25 (50)	3 (50)
<i>Medeiothamnion flaccidum</i> (Hook. et Harv.) Brauner (1)	-	-	25 (50)	3 (50)
<i>Aphanocladia robusta</i> Pujals (*)	-	-	25 (50)	3 (50)
<i>Cutleria</i> sp. (estado Aglaozonia) (2)	-	-	50 (40)	10 (60)
<i>Polysiphonia brodiaei</i> (Dillwyn) Greville	-	-	25 (33)	7 (66)
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	-	-	-	10 (E)
<i>Ceramium strictum</i> Greville ex Harvey (1)	-	-	-	7 (E)
<i>Punctaria</i> sp. (1)	-	-	-	67 (E)
<i>Codium decorticatum</i> (Woodward) Howe (1)	-	-	-	3 (E)
<i>Ceramium irregulare</i> Kützing (1)	-	-	-	3 (E)
<i>Polysiphonia argentinica</i> Taylor	-	-	-	14 (E)
<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C. Agardh	-	-	-	+14 (E)
<i>Ulva rigida</i> (C. Agardh) Thuret	-	-	-	7 (E)
<i>Antithamnion simile</i> (Hooker et Harvey) J. Agardh (1)	-	-	-	3 (E)

Notas: (1), presente en baja presencia y pequeña cantidad; (2), con estructuras reproductivas ausentes o insuficientes para determinar la especie; (3), especie bajo estudio, afín a *Polysiphonia subtilissima* Montagne (M. L. Zaizo, com. pers.); (4), epífita.

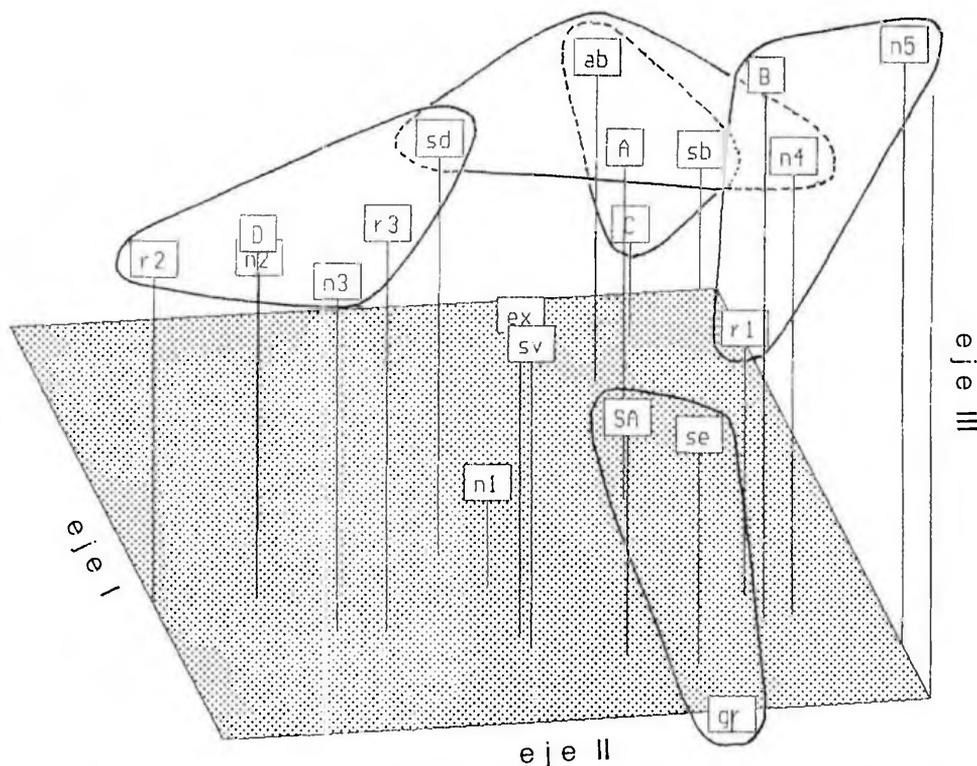


Figura 3: Análisis de correspondencias, puntos sobre los ejes I, II y III. Referencias como en la Tabla II. El factor *gr* coincide en sus coordenadas con *ar*.

fueron halladas en todo el rango vertical analizado y como fuera indicado más arriba, no considerada en el análisis biocenológico debido a la posibilidad de que se halle subrepresentada.

Relación de los grupos con los factores ambientales

Los tres primeros ejes del análisis factorial de correspondencias contribuyen en un 98,4% a la inercia total (eje I: 50,1%; eje II: 33,4%; eje III: 14,9%).

En la Tabla II se dan las probabilidades condicionales que relacionan a los factores ambientales con las asociaciones descritas en el punto anterior y con el grupo de u.m. carentes de macroalgas. Las posiciones relativas de las asociaciones y los descriptores ambientales con referencia a los tres primeros ejes del análisis de correspondencias se ilustran en la Figura 3.

El grupo A (*Enteromorpha prolifera*) está asociado principalmente a sustratos de pendiente

Tabla II: Probabilidades condicionales que relacionan grupos y factores ambientales. En negrita: probabilidades condicionales mayores que las incondicionales (i.p.). **Referencias:** A, E, C y D, grupos de la clasificación jerárquica; SA, u.m. sin algas; ar, arenas; gr, gránulos-gravas; sd, sustratos duros; se, sedimentos estabilizados; n1 a n5: niveles 1 a 5; sv: pendiente suave; ab: pendiente abrupta; r1, retención de agua baja; r2, retención de agua media; r3, retención de agua alta; sb, localidad sombreada; ex, localidad expuesta al sol.

(i.p.)	ar	gr	se	n5	sv	ex	n4	r3
SA (0,439)	1,000	1,000	0,696	0,429	0,532	0,500	0,447	0,357
B (0,132)	0,000	0,000	0,130	0,476	0,117	0,130	0,289	0,143
D (0,254)	0,000	0,000	0,087	0,000	0,266	0,280	0,053	0,429
A (0,140)	0,000	0,000	0,087	0,095	0,085	0,090	0,211	0,071
C (0,035)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

(i.p.)	n3	r1	n1	r2	sd	n2	ab	sb
SA (0,439)	0,385	0,544	0,556	0,267	0,214	0,211	0,000	0,000
B (0,132)	0,077	0,162	0,000	0,000	0,143	0,000	0,111	0,000
D (0,254)	0,462	0,059	0,278	0,633	0,386	0,526	0,222	0,083
A (0,140)	0,077	0,176	0,056	0,100	0,200	0,158	0,444	0,583
C (0,035)	0,000	0,059	0,111	0,000	0,057	0,105	0,222	0,333

abrupta (duros y sombreados) y con niveles de la costa altos (4,2 a 5,6 m); secundariamente con retenciones de agua bajas y niveles de la costa relativamente bajos (1,4 a 2,8 m).

El grupo B (*Blidingia minima-Enteromorpha compressa*) se asocia a niveles altos de la costa (4,2 a 7 m) y retención de agua baja.

El grupo C (*Antithamnionella ternifolia-Desmarestia sp.*) presenta las mismas asociaciones que el

grupo A (sustratos duros de pendiente abrupta, baja insolación y baja retención de agua), excepto que se corresponde con niveles bajos de la costa (entre 0 y 2,8m).

El grupo D (*Corallina officinalis-Polysiphonia abscissa*) se asocia principalmente a sustratos duros con retención de agua media o alta y niveles bajos del intermareal (entre 0 y 4,2 m), secundariamente con sustratos de pendiente suave e insolados.

Las u.m. sin macroalgas se

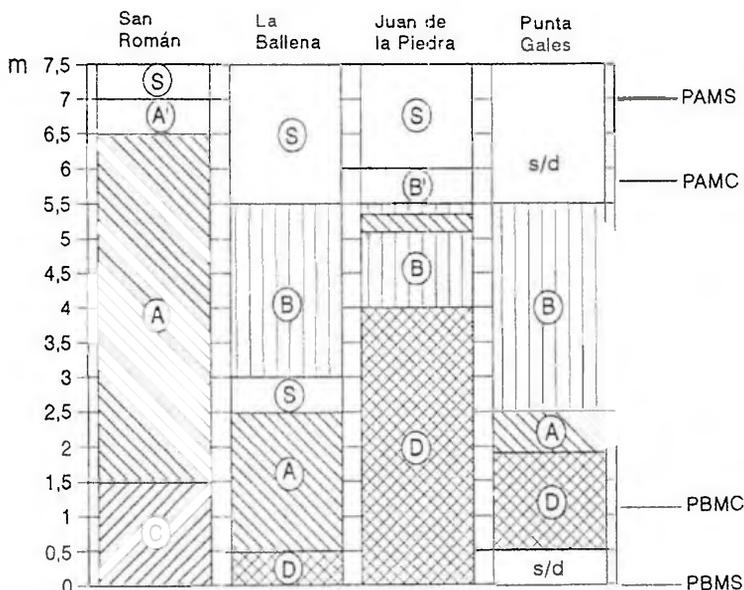


Figura 4: Distribución vertical de las asociaciones definidas en el presente trabajo en cuatro localidades del golfo San José. A' and B' señalan niveles altos donde los grupos A y B están presentes en invierno-primavera pero ausentes en verano. PAMS, promedio de altas mareas de sicigia; PAMC, promedio de altas mareas de cuadratura; PBMC, promedio de bajas mareas de cuadratura; PBMS, promedio de bajas mareas de sicigia; S, sin algas; s/d, sin datos.

encuentran principalmente en playas de sustratos muebles (gravas-gránulos y arenas) tanto estabilizados como no estabilizados por filamentos bisales y secundariamente, con sustratos de pendiente suave, insolados y niveles altos y bajos de la costa.

El rango de distribución vertical de los grupos en cuatro de los sitios del estudio se ilustra en la Figura 4.

No todas las combinaciones ambientales se encuentran en todas las localidades, ya que el tipo de sustrato puede resultar

limitante para el desarrollo de las macroalgas en algunos niveles. Sin embargo se puede observar un patrón general, con el grupo B en los niveles más altos, el grupo A en las zonas medias de la costa y los grupos C y D en los niveles más bajos.

En algunas localidades el sector superior de los grupos A (San Román) y B (Juan de la Piedra) se halla presente en invierno-primavera, desapareciendo en verano, probablemente debido a su desecación.

DISCUSION

Knox (1960) sitúa el límite entre las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica entre las latitudes 41 a 44° S. Balech (1964) incluye dentro de la provincia biogeográfica Magallánica al golfo Nuevo o a la península Valdés (hasta 42° S), por lo que el golfo San José quedaría implícitamente formando parte ya sea del extremo sur de la provincia biogeográfica Argentina o bien del distrito Chubutense de la provincia Magallánica. Kühnemann (1972) ubica al golfo San José en la provincia fitogeográfica Patagónica (=Magallánica) ya que sitúa al límite entre provincias en el paralelo 42° S.

Las mareas en el golfo son regulares y semidiurnas, como en el resto de la costa atlántica argentina. Ésta es una diferencia importante con las costas del Pacífico y de Australia de latitudes comparables, en las que las mareas de tipo irregular semidiurno son la regla. La regularidad y frecuencia de las mareas son probablemente características favorables para el desarrollo de la flora intermareal.

Las algas intermareales de estas latitudes muy probablemente no sufren limitación por irradiación, ya que durante la bajamar pueden lograr un buen nivel de fotosíntesis (Johnson *et al.*, 1974), aunque un exceso de irradiación puede resultar deletéreo

para el talo adulto o juvenil especialmente durante el verano, cuando la zona del golfo puede recibir en superficie hasta 1400 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (datos de la Red Solarimétrica Nacional). En localidades como fondeadero San Román se ha observado que aproximadamente los 50 cm superiores correspondientes a la asociación de *Enteromorpha prolifera* sobre sustrato vertical desaparecen en verano, precedido este hecho por la decoloración de los ejemplares de *Enteromorpha* durante finales de primavera.

Considerando el carácter semidesértico del entorno terrestre y las grandes amplitudes de las mareas de sicigia es probable que el grado de desecación que pueden soportar las especies sea un factor de la mayor importancia para la distribución de la ficoflora en la zona. De hecho sólo dos de las u.m. recolectadas para este trabajo a 5,8 metros o más sobre el nivel de bajamar de sicigia (promedio de pleamares de cuadratura) contenían macroalgas, ambas asociadas a sustratos sombreados durante todo el día.

Respecto de los sustratos duros disponibles en el intermareal, las areniscas y tobas características de las costas del golfo, se desintegran fácilmente y no son tan apropiadas como otras rocas más duras para el asentamiento de las algas bentónicas.

Ambos factores, la desecación durante la bajamar y la limi-

tación por sustratos afectan la composición florística del golfo, la cual no es tan rica como las de otras localidades ubicadas más al sur. Las especies intermareales, *Prasiola* spp., *Ulva californica* Wille, *Monostroma undulatum* Wittrock e *Iridaea ciliata* Kützting (= *I. undulosa* Bory) son algunas de las que están presentes en localidades más al sur de la provincia biogeográfica Magallánica que no fueron recolectadas en el golfo San José.

Las asociaciones A (*Enteromorpha prolifera*) y B (*Blidingia minima-Enteromorpha compressa*) se hallan muy relacionadas entre sí: de las siete especies de la asociación B, seis se encuentran asimismo en la asociación A; la asociación B parece ser una expresión de los niveles más altos de A en sustratos expuestos al sol. Ambas asociaciones resultan semejantes en composición a la fracción algal de la comunidad "epilítica mesolitoral" descrita para la ría Deseado por Zaixso & Pastor (1977) y a las asociaciones cuantitativas descritas para el mesolitoral medio y superior de la ría Deseado por Hall & Boraso (1975) (asociaciones de *Blidingia minima-Porphyra* sp., *Porphyra* sp.-*Blidingia minima*, *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha lingulata-Porphyra* sp. y *Perumytilus purpuratus-Porphyra* sp.). No se han encontrado correspondencias marcadas con las cinturas descritas para sustratos rocosos

del canal de Beagle por Zaixso *et al.* (1978), aunque la cintura de *Chaetangium-Mytilus* del horizonte mesolitoral inferior tiene algunas especies en común con las asociaciones A y B aquí descritas.

La asociación C (*Antithamnionella ternifolia-Desmarestia* sp.) sólo fue encontrada en fondeadero San Román, desarrollándose sobre el mismo nivel en que se encuentra la asociación D en otras localidades y parece reemplazar a esta última asociación en sustratos verticales y sombreados. Ambas asociaciones presentan 11 especies en común (sobre las 17 especies de C), de las cuales cinco se encuentran sólo en estas asociaciones.

El grupo D (*Corallina officinalis-Polysiphonia abscissa*) ubicado en los niveles inferiores de la costa, se halla desigualmente representado en los lugares muestreados: alcanza su mayor desarrollo en los sustratos duros de pendiente baja, insolados y alta retención de agua; está escasamente desarrollado en los sustratos blandos (estabilizados por la presencia de bancos de mitílidos) y ausente en sustratos verticales sombreados. Su composición es semejante a la que presentan las asociaciones (cuantitativas) de *Ulva rigida-Ceramium rubrum* y de *Ulva rigida-Perumytilus purpuratus*, descritas para el mesolitoral inferior de la ría Deseado por Hall & Boraso (1975) y presenta asimismo una fisonomía semejante

a la comunidad de *Corallina officinalis* descrita para el golfo Nuevo por Olivier *et al.* (1966).

Corallina officinalis es muy abundante en la costa patagónica y más escasa en Tierra del Fuego (Mendoza, 1976); no se ha indicado su presencia en el mesolitoral del canal de Beagle (Skottsberg, 1941; Zaixso *et al.*, 1978). La especie se halla presente en los niveles bajos y medios del intermareal del golfo San Jorge (Mendoza, 1976), habiéndose verificado su abundante desarrollo en el intermareal inferior (obs. pers.).

De acuerdo a datos propios no publicados, 31 de las especies intermareales del golfo San José se encuentran también en los niveles submareales del mismo, tratándose en general de especies presentes sólo en pequeñas cantidades y bajas frecuencias, en sitios con retención de agua en la bajamar.

A partir del análisis de correspondencias es claro que el nivel, la pendiente, la retención de agua y la insolación afectan la distribución de las asociaciones de algas intermareales del golfo San José y que el exceso de radiación y la presencia de sustratos muebles, estabilizados o no por filamentos bisales de mitílidos, son condiciones típicas de los sitios exentos de macroalgas.

Las asociaciones intermareales aquí descritas son de índole cualitativa y no se corresponden

unívocamente con las cinturas visibles en las costas del golfo, que representan *facies* de carácter cuantitativo dentro de las primeras.

En el espacio intermareal de sustratos duros o de gravas-gránulos estabilizados del golfo San José, se encuentran varios **poblamientos** (en el sentido dado al término por Barbault, 1981) en los que los mitílidos son un componente esencial. En éste se asemeja a otras localidades con gran amplitud de mareas (Pérès, 1982b).

Según Sánchez & Zaixso (1995), en sustratos duros de pendiente suave del golfo San José (punta Juan de la Piedra, Mendioroz y partes de punta Gales y fondeadero San Román) suele resultar notoria la presencia de tres cinturas: una inferior, definida fisonómicamente por *Corallina officinalis* y *Polysiphonia abscissa*; una media, denominada comúnmente "mejillinar", integrada por los mitílidos *Perumytilus purpuratus*, *Brachidontes rodriguezii* y *Mytilus edulis platensis*, y una cintura superior de *Enteromorpha compressa*.

Dichas cinturas se pueden considerar *facies* de las asociaciones descritas en el presente trabajo de manera que la cintura inferior y el mejillinar forman la asociación D, en tanto que la cintura superior equivale a la asociación B de *Blidingia minima-Enteromorpha compressa*. Estas

tres cinturas son asimismo identificables sobre sustratos verticales insolados (punta Gales, punta Logaritmo y en parte fondeadero San Román), si bien la cintura de *Corallina-Polysiphonia* se halla en éstos menos desarrollada.

Sobre sustratos verticales sombreados (fondeadero San Román) se encuentran una cintura medio-inferior correspondiente al mejillinar y una superior de *Enteromorpha prolifera*, con una cintura angosta de *Bostrychia* sp.. La correspondencia entre *Bostrychia* y sitios sombreados ya había sido señalada por Kühnemann (1969 a) y por Zaixso & Pastor (1977) para el mesolitoral de la ría Deseado. Estas tres cinturas son *facies* dentro de la asociación A (*Enteromorpha prolifera*) descrita en este trabajo. La asociación C por su parte, no forma una cintura conspicua.

La existencia de poblamientos mesolitorales de mitílidos sobre sustratos blandos estabilizados por filamentos bisales ha sido señalada para la ría Deseado por Zaixso (1975) y Zaixso & Pastor (1977). El mejillinar sobre sustratos blandos sólo se observa en el golfo San José en la localidad de La Ballena; en este tipo de ambiente las macroalgas son escasas, careciendo de ellas muchas unidades muestrales, no observándose en consecuencia *facies* algales.

BIBLIOGRAFIA

- Balech, E. 1964. Caracteres biogeográficos de la Argentina y Uruguay. Bol. Inst. Biología Marina 7, Mar del Plata: 107-111.
- Barbault, R. 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Masson, Paris, 200 pp.
- Benzecri, J. P. 1976. L'Analyse des données. II. L'analyse des correspondances. 2^e Ed. Bordas, Paris, 609 pp.
- Boraso de Zaixso, A. L. & Quartino, L. 1993. Estudios sobre algas marinas bentónicas en Argentina. Naturalia patagónica, 1: 35-57.
- Charpy, C. & Charpy, L. 1977. Biomasse phytoplantonique, production primaire et facteurs limitant la fertilité des eaux du Golfe "San José" (Península Valdes, Argentina). These de 3^eme Cycle, Océanologie, Université d'Aix-Marseille II, 185 pp.
- Digby, P. G. N. & Kempton, R. A. 1994. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall, London, 206 pp.
- Gauch, H. G. 1989. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press, New York, 298 pp.
- Green, R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologist. John Wiley & Sons Ltd., New York, 257 pp.
- Goodall, D. W. 1953. Objective methods for the classification of vegetation II. Fidelity and indicator value. Aust. J. Bot., 1: 434-456.
- Guinochet, M. 1968. Continu ou discontinu en phytosociologie. The Botanical Review, 34 (3): 273-290.

A. Boraso & H. Zaixso: Asociaciones intermareales de macroalgas.

- Hall, M. A. & Boraso, A. L. 1975. Clasificación de asociaciones vegetales bentónicas por métodos objetivos; aplicación al mediolitoral de una playa rocosa. *Physis*, **34**: 31-47.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C. 1992. *Multivariate data analysis*. Third Edition. Macmillan Pub. Co., New York, 544 pp.
- Hubalek, Z. 1982. Coefficients of association and similarity based on binary (presence-absence) data: an evaluation. *Ecological Reviews*, **57**: 669-689.
- Janson, S. & Vegelius, J. 1981. Measures of ecological association. *Oecologia*, **49**: 371-376.
- Johnson, W. S., Gigon, A., Gulmon, S. L. & Mooney, H. A. 1974. Comparative photosynthetic capacities of intertidal algae under exposed and submerged conditions. *Ecology*, **55**: 450-453.
- Knox, G. A. 1960. Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proceedings of the Royal Society, Ser. B*, **152**: 577-624.
- Kühnemann, O. 1969 a. Vegetación marina de la Ría de Puerto Deseado. *Opera Lilloana, Tucumán*, **17**: 1-123.
- Kühnemann, O. 1969 b. Observaciones de los límites del piso mesolitoral en el dominio Atlántico Austral Americano. *Physis*, **28**: 331-149.
- Kühnemann, O. 1972. Bosquejo fitogeográfico de la vegetación marina del litoral argentino. *Physis*, **31** (82): 117-142 y *Physis*, **31** (83): 295-325.
- Kühnemann, O. 1976. Observaciones ecológicas sobre la vegetación marina y terrestre de la Isla de los Estados (Tierra del Fuego, Argentina). *Ecosur*, **3**: 121-248.
- Labraga, J. C. 1984. Análisis de la varianza y autocorrelación de la temperatura en la provincia del Chubut. *Contribuciones del Centro Nacional Patagónico 90*, Puerto Madryn, 21 pp.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1979. *Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques*. Masson et les Presses de l'Université du Québec, Paris, 247 pp.
- Mather, P. M. 1976. *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*. John Wiley & Sons Ltd., London, 532 pp.
- Mendoza, M. L. 1976. Estudio de las variaciones morfológicas externas, internas y citológicas de las Corallinaceae (Rhodophyta) de la Argentina. *Physis, Sec. A*, **35**: 15-25.
- Olivier, S. R., Kreibohm de Paternoster, I. & Bastida, R. 1966. Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). *Boletín del Instituto de Biología Marina*, **10**, Mar del Plata: 1-74.
- Papenfuss, G. F. 1964. *Catalogue and bibliography of antarctic and subantarctic benthic marine algae*. Antarctic Research Series, American Geophysical Union, **1**: 1-76.
- Pérès, J. M. 1961. *Océanographie biologique et biologie marine. 1. La vie benthique*. Presses Universitaires de France, Paris, 541 pp.
- Pérès, J. M. 1982 a. Zonations. En O. Kinne (ed.) *Marine ecology*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, **5** (1): 9-45.
- Pérès, J. M. 1982 b. Major benthic assemblages. En O. Kinne (ed.)

A. Boraso & H. Zaixso: Asociaciones intermareales de macroalgas.

- Marine ecology. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 5 (1): 373-522.
- Pérès, J. M. & Picard, J. 1964. Nouveaux manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux Station Marine d'Endoume, 47: 1-137.
- Pujals, C. 1963. Catálogo de Rhodophyta citadas para Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias naturales Bernardino Rivadavia, Ser. Cs. Bot., 3 (1): 1-139.
- Pujals, C. 1977. Adiciones y correcciones al "Catálogo de Rhodophyta citadas para la Argentina". Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, 5 (6): 123-163.
- Punj, G. & Stewart, D. W. 1983. Cluster analysis in marketing research: Review and suggestions for application. Journal of Marketing Research 20: 134-148.
- SHN (Servicio de Hidrografía Naval). 1980, 1982 y 1986. Tablas de Marea para puertos de la República Argentina y algunos puertos de Brasil, Uruguay y Chile. Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina.
- Sánchez, V. & Zaixso, H. E. 1995. Secuencias de recolonización mesolitoral en una costa rocosa del golfo San José (Chubut, Argentina). Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas, 3: 57-83.
- Sar, E., Pascual, M. & Parna, A. 1984. Consideraciones ecológicas sobre las algas del litoral rocoso bonaerense. Revista del Museo de La Plata, (n.s.) Botánica, 13: 143-147.
- Skottsberg, C. 1941. Communities of Marine Algae in Subantarctic and Antarctic waters. Kungl. Svenska Vetenskapssocieteten Handlingar, ser. 3, 19 (4): 1-92, 7 figs., 3 pls.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- Taylor, W. M. 1939. Algae collected by the "Hassler", "Albatross" and "Shmitt" expeditions .II. Algae from Uruguay, Argentina, The Falklands and the Strait of Magellan. Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters, 24 (1): 127-164.
- Zaixso, H. E. 1975. Distribución vertical de los moluscos marinos de la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). Sustratos con fracción limosa. Physis, Sec. A 34: 229-243.
- Zaixso, H. E. & Pastor, C. T. 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitílidos de la ría Deseado. I. Distribución y análisis biocenótico. Ecosur, Argentina, 4: 1-46.
- Zaixso, H. E., Boraso, A. L. & López Gappa, J. J. 1978. Observaciones sobre el mesolitoral rocoso de la zona de Ushuaia (Tierra del Fuego) Argentina. Ecosur, 5: 119-130.

**CAPTURAS Y ESFUERZOS EN LA PESQUERIA DE
MERLUZA (*MERLUCCIUS HUBBSI*) DEL AREA DE ISLA
ESCONDIDA (PATAGONIA): 1985-1992.**

**Catch and effort in hake fishery (*Meluccius hubbsi*) of
Isla Escondida area (Patagonia): 1985-1992.**

Ricardo R. Fondacaro y Ana E. Ruiz

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco. Facultad de Ciencias
Naturales. Belgrano 504, 2º piso. (9100) Trelew, Chubut.

RESUMEN

Durante ocho temporadas de pesca (1985 a 1992) se analizaron las variaciones de capturas y esfuerzos pesqueros aplicados a merluza (*Merluccius hubbsi*), por la flota que opera desde Puerto Rawson en el área de veda de isla Escondida ($43^{\circ} 30'$ a $44^{\circ} 30'$ S y desde la costa a 64° W). Cada temporada correspondió al período anual de mayor actividad pesquera, que se extendió de octubre a enero. Después de la temporada los barcos emigraron a puertos más sureños o permanecieron inactivos. La mayoría de estos barcos tenía casco de madera (82%) y una antigüedad media de 34 años. No se observó tendencia a incrementar el poder de pesca en los registros anuales de barcos autorizados a ingresar al área de veda. Los desembarques de esta flota tendieron a disminuir respecto al total de desembarques nacionales, no habiendo superado el 2,08% en peso de los mismos. El mayor valor de captura por unidad de

esfuerzo se obtuvo en diciembre de 1986 con 19,09 kg HP⁻¹ h⁻¹ y el menor en octubre de 1988 con 11,79 kg HP⁻¹ h⁻¹. La curva de captura por unidad de esfuerzo por temporada de pesca, tuvo una suave pendiente negativa. Ello pudo reflejar una declinación del efectivo pesquero en toda su área de distribución. El número de viajes con destino a capturar merluza estuvo regulado por la captura de langostino (*Pleoticus muelleri*) y por la demanda de filetes y bloques para el mercado externo.

Palabras claves: Capturas, esfuerzos, merluza, área de puesta, Patagonia.

ABSTRACT

Variations of hake (*Merluccius hubbsi*) catch and fishing effort performed by the fleet operating from Rawson Port in the banned area of Escondida Island (43° 30' to 44° 30' S and 64° W to the Patagonian coast) were studied during eight fishing seasons (1985-1992). Each fishing season was from October to January. After that months vessels migrated to southern ports or were inactive. Most of these ships had wood hull (82%) with a mean age of 34 years. There has not been an increasing fishing power trend in the vessels authorized to fish in this area. The Rawson fleet landings tended to decrease and were under 2.08% of the total national landings. The biggest catch per unit effort was in December 1986 with 19.09 kg HP⁻¹ h⁻¹ and the smallest one in October 1988 with 11.79 kg HP⁻¹ h⁻¹. The curve of catch per unit effort by fishing season has a slight negative slope, showing declination of the unit stock in all the distribution area (43° to 48° S). The number of travels to catch hake was regulated by shrimp (*Pleoticus muelleri*) catch and international marketing.

Key words: Catch, effort, hake, spawning ground, Patagonia waters.

INTRODUCCION

La merluza (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933), posee una distribución amplia en el Atlántico Sudoccidental (Cousseau, 1993). El efectivo pesquero de Patagonia norte y central comprendido entre

los 43° y 48° S, se concentra en la denominada área de isla Escondida durante la primavera (fig. 1), para la maduración gonadal y la puesta (Ciechomski *et al.*, 1983; Angelescu & Prenski, 1987; Perrotta & Sánchez, 1992; Fondacaro & Ruiz, 1993; Gutiérrez *et al.*,

1995; Ehrlich & Ciechowski, 1994). Argentina en 1976, declaró zona de veda este área, desde el 1° de Octubre al 31 de Enero, con la finalidad de proteger al efectivo pesquero en puesta.

Anualmente y como excepción, se otorga un permiso de pesca a una veintena de barcos que operan desde Puerto Rawson. Para ello, la Dirección Nacional de Pesca y Acuicultura y la Dirección General de Intereses Marítimos y Pesca Continental de la Provincia del Chubut (DGIMyPC) consideran su porte pequeño, que los limita a este único lugar de trabajo, la antigüedad de radicación en Puerto Rawson, y que proveen materia prima a plantas pesqueras radicadas en tierra. La denominada temporada de pesca se extiende de octubre a enero, en coincidencia con el período de veda. Las especies blanco de la pesquería son la merluza y el langostino (*Pleoticus muelleri* Bate, 1888).

Si bien existe una evaluación actualizada del recurso merluza en el mar Argentino (Bezzi *et al.*, 1994), para su administración resulta relevante conocer la evolución pesquera en el ámbito del área de veda. Por ello, este trabajo tiene por objetivos: **a**, conocer las características de operatividad de la flota pesquera de Puerto Rawson autorizada a ingresar al área de veda de isla Escondida; **b**, identificar tendencias en la captura y el esfuerzo pesquero ejercido sobre merluza durante ocho

temporadas de pesca; **c**, brindar un diagnóstico a los organismos responsables del manejo del área de veda.

Los autores desean expresar su agradecimiento a la DGIMyPC y a la Subprefectura Naval Argentina, por las estadísticas pesqueras provistas. También expresan su gratitud a los patrones de pesca de Puerto Rawson por toda la información gentilmente brindada.

DESCRIPCION DEL SITIO DE ESTUDIO

El área de veda de isla Escondida fue establecida entre los 43° 30' y los 44° 30' S y entre la costa y el meridiano de 64° W, según Resolución N° 174/76 y sus modificatorias, de la Subsecretaría de Intereses Marítimos de Argentina (fig. 1). El fondo es de fango en su mayor parte y tiene una profundidad media aproximada de 45 m. La flota pesquera trabaja entre los 43 y 54 m de profundidad.

Cercano al área de estudio está Puerto Rawson, situado en la desembocadura del río Chubut, en el que existe una colonia pesquera desde 1940. Durante esta década y la siguiente, Rawson fue el segundo puerto pesquero de Argentina (Cordini, 1963). Es un puerto típico de mareas, ya que 16 horas por día los barcos quedan varados (en seco),

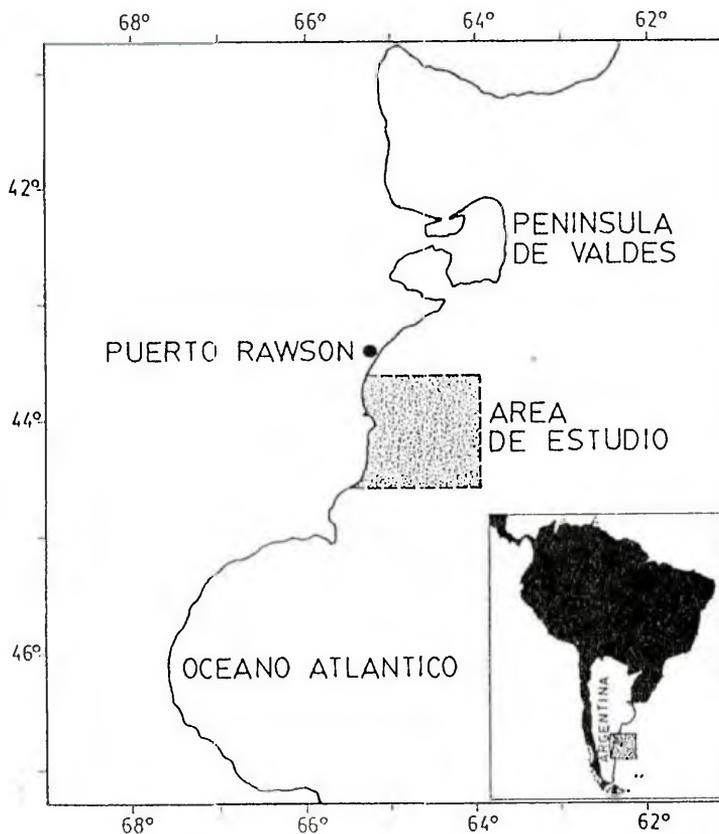


Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

permitiendo el desenvolvimiento de embarcaciones de hasta 2,7 m de calado.

MATERIAL Y METODOS

Los datos de capturas y el tiempo efectivo de pesca se obtuvieron de los partes de pesca que entregaron los patrones de los barcos a la DGIMyPC, durante ocho temporadas de pesca, desde octubre de 1985 a enero de 1992.

Para conocer las características de los barcos se consultó a la Subprefectura Naval Argentina de Puerto Rawson. Para conocer acerca de la operatividad de la flota y registrar la incorporación de nuevo equipamiento se realizaron entrevistas personales a los propietarios de los barcos. No se contó con datos completos del año 1987.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE), estimada en $\text{kg HP}^{-1} \text{ h}^{-1}$, se tomó como un índice

Tabla I: Sumatoria de potencia de máquinas (HP) autorizadas, desembarques de merluza de isla Escondida por temporada de veda y su relación porcentual con los desembarques totales nacionales por año.

Años	Temporada	Puerto R a w s o n		Puertos Nacionales	
		Σ HP	Desembarques (Tm) a	Desembarques (Tm) b	ab ⁻¹ (%)
1985	I	6.049	2.842	259.300	1,09
1986	II	5.005	5.434	260.600	2,08
1987	III	-----	3.662	304.100	1,20
1988	IV	6.460	4.252	296.100	1,43
1989	V	6.460	5.619	294.300	1,90
1990	VI	6.323	6.116	341.100	1,79
1991	VII	13.932	5.826	409.250	1,42
1992	VIII	5.231	2.517	368.998	0,68

de captura, no como un índice de densidad, ya que se consideró al efectivo pesquero en un momento particular, cuando estaba concentrado. Se seleccionó HP h como unidad de esfuerzo relativo de acuerdo al estudio de Castello *et al.* (1975).

Para el cálculo de captura total (kg), los datos se agruparon por mes y por temporada de pesca. Para obtener la CPUE sólo se consideraron los viajes destinados a capturar merluza y se removieron aquéllos cuya información ofreció dudas.

La CPUE de cada mes y de cada temporada se estimó ponderándola por la cantidad de viajes. El esfuerzo total se calculó según el cociente captura total y CPUE. Para conocer las variaciones en el tiempo del blanco de la pesquería

se obtuvo la captura total de langostino y el número de viajes cuyo destino fue capturar merluza.

RESULTADOS

La flota autorizada a ingresar al área de veda estuvo integrada en su mayor parte por embarcaciones con casco de madera (82%), con una antigüedad media de construcción de 34 años, con valores extremos de 2 a 61 años. La eslora varió entre 14 y 20 m, y la potencia de motor principal entre 119 y 380 HP. Esta potencia les permitió arrastrar una red de fondo con relinga superior de 18 a 26 m, y cuya malla estirada en el sector del copo fue de 80 mm. El equipamiento electrónico estuvo integrado por radio sis-

R. Fondacaro & A. Ruiz: Capturas y esfuerzos en isla Escondida.

Tabla II: Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y su desvío estándar (s), Captura total y Esfuerzo total de merluza desembarcada en Puerto Rawson por la flota autorizada a ingresar al área de isla Escondida, durante ocho temporadas de veda.

Temporada	Mes/Año	CPUE (kg HP ⁻¹ h ⁻¹)	s	Captura total (kg)	Esfuerzo total (HP h)
I	OCT./85	14,49		1.130.944	78.049,96
	NOV./85	15,23		1.001.736	65.773,86
	DIC./85	18,56		146.592	7.898,27
	ENE./86	15,41	5,21	562.605	36.509,08
II	OCT./86	13,57		1.135.327	83.664,48
	NOV./86	17,53		1.571.693	89.657,33
	DIC./86	19,09		1.467.274	76.860,86
	ENE./87	15,50	6,11	1.200.362	77.442,70
III	OCT./87	12,67		494.321	39.015,07
	NOV./87	15,99		660.546	41.309,94
	DIC./87	16,70	5,58	339.860	20.350,89
IV	OCT./88	11,79		1.196.035	101.444,80
	NOV./88	17,59		2.485.859	141.322,20
	DIC./88	15,38		345.560	22.468,14
	ENE./89	17,08	8,41	224.860	13.165,10
V	OCT./89	14,33		1.253.900	87.501,74
	NOV./89	14,55		1.693.000	116.357,30
	DIC./89	14,85		1.344.940	90.568,35
	ENE./90	13,63	3,66	1.327.184	97.372,26
VI	OCT./90	14,53		2.487.705	171.211,60
	NOV./90	16,16		1.210.600	74.913,36
	DIC./90	14,55		933.100	64.130,58
	ENE./91	14,97	3,85	1.485.040	99.201,06
VII	OCT./91	13,20		1.312.600	99.439,39
	NOV./91	14,50		1.789.040	123.382,00
	DIC./91	14,43		993.317	68.836,93
	ENE./92	12,87	3,28	1.031.850	80.174,82
VIII	OCT./92	14,00		834.200	59.585,71
	NOV./92	15,72		1.051.200	66.870,22
	DIC./92	14,83	3,29	632.400	42.643,29

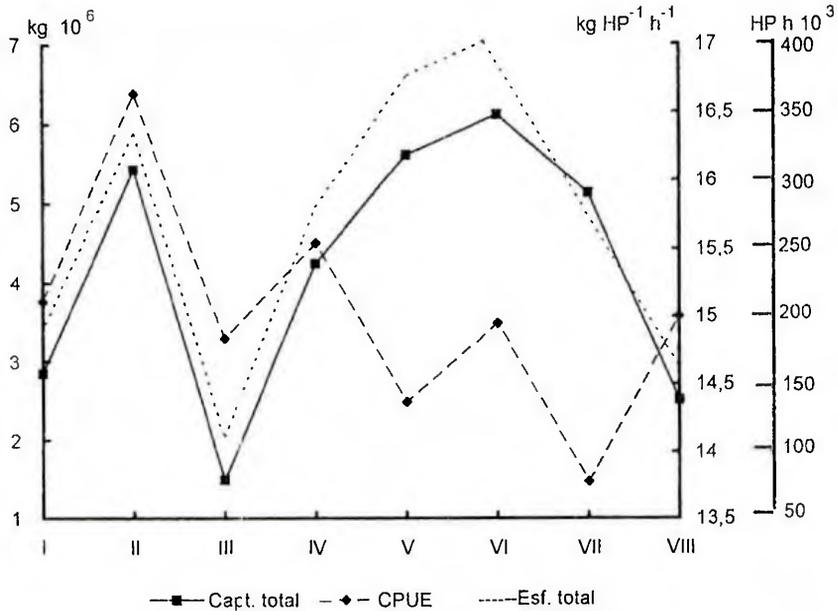


Figura 2: Captura total (kg 10⁶), Captura por unidad de esfuerzo (kg HP⁻¹ h⁻¹), Esfuerzo total (HP h 10³), de merluza desembarcada en Puerto Rawson por la flota autorizada a ingresar al área de veda de isla Escondida, durante ocho temporadas de veda.

temas VHF y BLU, radar y sonda ecoica. Luego de la temporada de pesca, como las capturas cayeron, estos barcos emigraron a puertos más sureños, como Puerto Camarones y Puerto Caleta Córdova, o permanecieron inactivos el resto del año.

El poder de pesca, representado por la sumatoria de la potencia de máquinas (HP) en el registro de barcos autorizados, se mantuvo con valores próximos entre sí, excepto en el año 1991, cuando se autorizó el ingreso de 41 barcos (Tabla I). El objetivo de su inclusión fue la pesca del langostino. Los nuevos barcos

autorizados tenían un poder de pesca muy superior a los tradicionalmente exceptuados, y otros puertos de asiento para sus actividades.

Los desembarques de merluza en Puerto Rawson realizados por la flota autorizada a ingresar al área de veda, en relación porcentual con los desembarques nacionales, alcanzaron el mayor valor en peso en la temporada II con el 2,08% y el menor en la temporada VIII con el 0,6% (Tabla I).

En la Tabla II se muestra que los valores más elevados del índice de CPUE se obtuvieron en los meses de noviembre y

diciembre, cuando el efectivo estuvo concentrado para la puesta (Fondacaro y Ruiz, 1993). El mayor valor de CPUE se presentó en diciembre de 1986 con 19,09 kg HP⁻¹ h⁻¹ y el menor en octubre de 1988 con 11,79 kg HP⁻¹ h⁻¹.

La Figura 2 muestra la captura total, el esfuerzo total y la CPUE para cada una de las temporadas. La mayor captura se registró en la temporada VI con 6.116 kg 10⁶ y la mínima en la temporada VIII con 2.517 kg 10⁶. Ello implicó un esfuerzo total máximo estimado de 409.126 HP h y mínimo de 167.853 HP h, respectivamente. El descenso en la temporada VII, en ambos parámetros, no debe ser considerado por lo ya descrito. La CPUE alcanzó un valor máximo en la temporada II con 16,64 kg HP⁻¹ h⁻¹ y uno mínimo en la temporada VII con 13,78 kg HP⁻¹ h⁻¹.

Desde la temporada IV a la VI el esfuerzo pesquero invertido se incrementó, siendo acompañado por un aumento en la captura. No obstante, la CPUE tuvo una suave pendiente negativa, a pesar de la semejanza entre los valores de las temporadas I (15,11 kg HP⁻¹ h⁻¹) y VIII (15 kg HP⁻¹ h⁻¹). También es de destacar que los desvíos estándar para cada temporada de pesca, fueron mayores que la diferencia entre el valor máximo y mínimo de la CPUE.

La Figura 3 muestra que con capturas de langostino altas, disminuyeron los viajes con destino a capturar merluza (temporadas

I, IV y VIII). Por otra parte, en las temporadas IV y VIII las capturas de langostino tuvieron valores cercanos, no obstante es marcada la diferencia en el número de viajes con destino a la captura de merluza. En las temporadas II y III no hubo captura de langostino.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La temporada de pesca, correspondió al período anual de mayor actividad pesquera, extendiéndose de octubre a enero, luego los barcos emigraron a puertos más sureños o permanecieron inactivos. La mayoría de los barcos tenía casco de madera (82%) y una antigüedad media de 34 años.

No se observaron tendencias a incrementar el poder de pesca en los registros anuales de barcos autorizados a ingresar al área de veda, entre 1985 y 1992. La captura de merluza desembarcada en Puerto Rawson por esta flota, tendió a disminuir respecto al total de los desembarques nacionales, no superando el 2,08% en peso de los mismos.

Aunque el índice de CPUE no presentó una caída marcada, existió una suave pendiente negativa que pudo ser reflejo de una declinación del efectivo pesquero en toda su área de distribución. La concentración de individuos que se produjo para obtener éxito reproductivo, pudo enmascarar

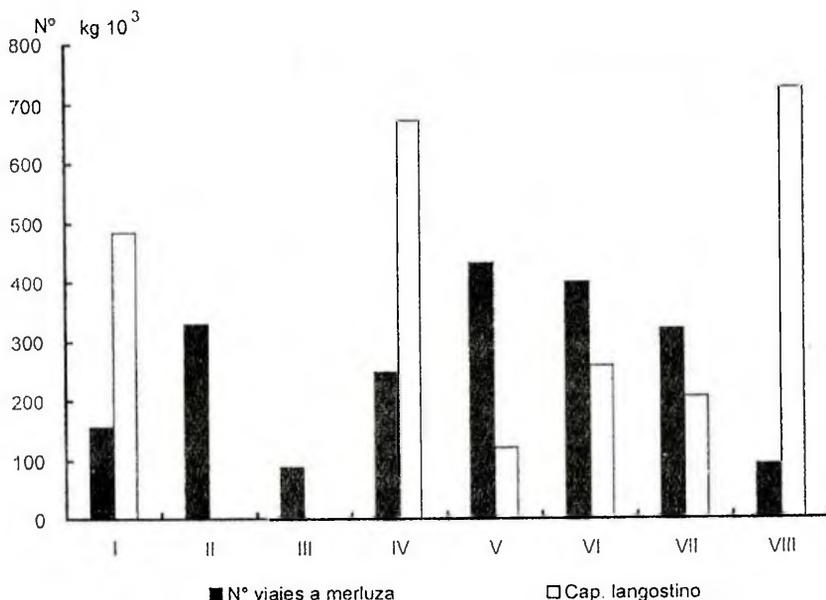


Figura 3: Número de viajes a merluza y captura total de langostino (kg), de la flota autorizada a ingresar al área de veda de isla Escondida, durante ocho temporadas de veda.

una disminución mayor del índice de CPUE. Por ello, es recomendable realizar estudios empleando métodos de evaluación directa.

El número de viajes con destino a capturar merluza fue regulado por la captura de langostino. Otro factor que estuvo regulando este número, habiendo captura de langostino, fue la demanda externa de filetes y bloques de merluza, que con fluctuaciones (temporadas IV, V, VI, VII) cayó drásticamente en la temporada VIII (Cámara de Armadores Pesqueros e Industriales Patagónicos, com. pers.).

Se recomienda no incrementar el número de barcos autorizados a capturar merluza en el área de

veda de isla Escondida, que pueda causar aumento en el esfuerzo de pesca, en concordancia con lo postulado por Bezzi *et al.* (1994).

BIBLIOGRAFIA

- Angelescu, V. & Prenske, 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., Renzi, M., Pérez, M., Cañete, G. & Irusta, G. 1994. Second Report of the INIDEP working

R. Fondacaro & A. Ruiz: Capturas y esfuerzos en isla Escondida.

- Group on assessment of hake (*Merluccius hubbsi*) between 34°S-48°S. INIDEP, Documento Científico, Mar del Plata, Argentina, 45 pp.
- Castello, J. P., Cousseau, M. B. & Buono, J. J. 1975. Abundancia relativa de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en el período 1966-1973. *Physis*, Bs. As, 34 (A), 89: 335-354.
- Ciechowski, J., Sánchez, R., Lasta, C. & Ehrlich, M. 1983. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y de merluza (*Merluccius hubbsi*). Evaluación de los efectivos desovantes y análisis de los métodos empleados. *Contrib. INIDEP, Mar del Plata*, 432: 3-37.
- Cordini, J. M. 1963. Pesca marítima con base en Puerto Rawson (Chubut). *Dir. Gral. de Pesca. Sec. de Estado de Agric. y Ganad. de la Nación, Bs. As.*, 47 pp.
- 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. 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, Argentina*: 109-117.
- Gutiérrez, L., Ruiz, A. & Sendín, M. 1995. Identificación del stock de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de isla Escondida. *Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas*, 3: 11-23.
- 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.

NINFAS DE PLECOPTERA DE AMBIENTES LOTICOS DEL NOROESTE DEL CHUBUT

Plecoptera nymphs of lotic environments of northwestern Chubut

María L. Miserendino

CONICET. Universidad Nacional de la Patagonia (UNPAT), Sede Esquel.
Laboratorio de Ecología Acuática. Sarmiento 849. Esquel, provincia del
Chubut.

RESUMEN

Se mencionan los géneros de plecópteros registrados en distintos ambientes lóticos del noroeste de Chubut. Se monitorearon cursos de agua de distinta jerarquía entre 1990 y 1996 registrándose las formas inmaduras de 19 géneros; dos de ellos no habían sido citados para la República Argentina, y una familia para la provincia de Chubut. El grupo está diversificado y presenta importantes endemismos en el área de estudio. Se describen los ambientes en los que fueron colectadas las ninfas. Se completan datos distribucionales y se comentan aspectos ecológicos del grupo.

Palabras clave: Plecoptera, ninfas, ríos, Patagonia.

ABSTRACT

The plecopterans of streams of the Northwest Chubut Province are mentioned. Streams of different order were monitored from 1990 to 1996. The immature instars of nineteen genera of Plecoptera were recorded. Two genera are recorded for the first time in Argentina and one family in Chubut Province. The group is diversified and include

several endemisms in the area. Some parameters of the collection sites are recorded and some distributional and ecological data of the group are included.

Key words: Plecoptera, nymphs, streams, Patagonia.

INTRODUCCION

Uno de los grupos importantes en la comunidad de los invertebrados en ríos cordilleranos es el de los Plecoptera (Wais, 1990; Miserendino, 1993, 1994). Las ninfas de este grupo están adaptadas a aguas corrientes rápidas, limpias y de alto contenido de oxígeno disuelto (Wais, 1987). Además son sumamente sensibles a la contaminación orgánica, razón por la cual los plecópodos son utilizados en bioindicación (Rosenberg & Resh, 1993). En la cordillera patagónica el grupo es rico y diversificado (Bachmann, 1995). Sin embargo existen pocos trabajos realizados en Patagonia y, específicamente para la provincia del Chubut, no existen inventarios de Plecoptera. La fauna bentónica en el área presenta un alto grado de endemismo (Wais, 1990; Miserendino, 1995); los plecópodos no escapan a esta situación.

En este trabajo se presenta una lista de plecópodos registrados en los ríos del noroeste del Chubut, incluyendo algunos ríos del Parque Nacional Los Alerces. Asimismo se cita por primera vez

para la provincia del Chubut una familia de Plecoptera y se da a conocer la presencia de dos géneros aún no citados para la República Argentina. Se presentan las características de los sitios en que las ninfas fueron registradas y se analizan algunos aspectos ecológicos.

Los especímenes colectados se hallan depositados en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Buenos Aires) y en el Laboratorio de Ecología Acuática (Universidad Nacional de la Patagonia, Sede Esquel).

Este estudio fue parcialmente financiado con el subsidio PI N° 108 CONICET-UNPAT: "Limnología de la cuenca del Futaleufú" y PI N° 118 CIUNPAT-UNPAT: "Contaminación por efluentes cloacales en el arroyo Esquel y en el río Percy". PI N° 153/93 CIUNPAT-UNPAT: "Modificaciones tróficas en los ecosistemas acuáticos de la cuenca del Puelo" (Dir. L. Pizzolon).

Se agradece al Dr. Ian Mac Lellan por la ayuda en determinaciones taxonómicas y al Dr. Axel Bachmann por la lectura crítica del manuscrito.

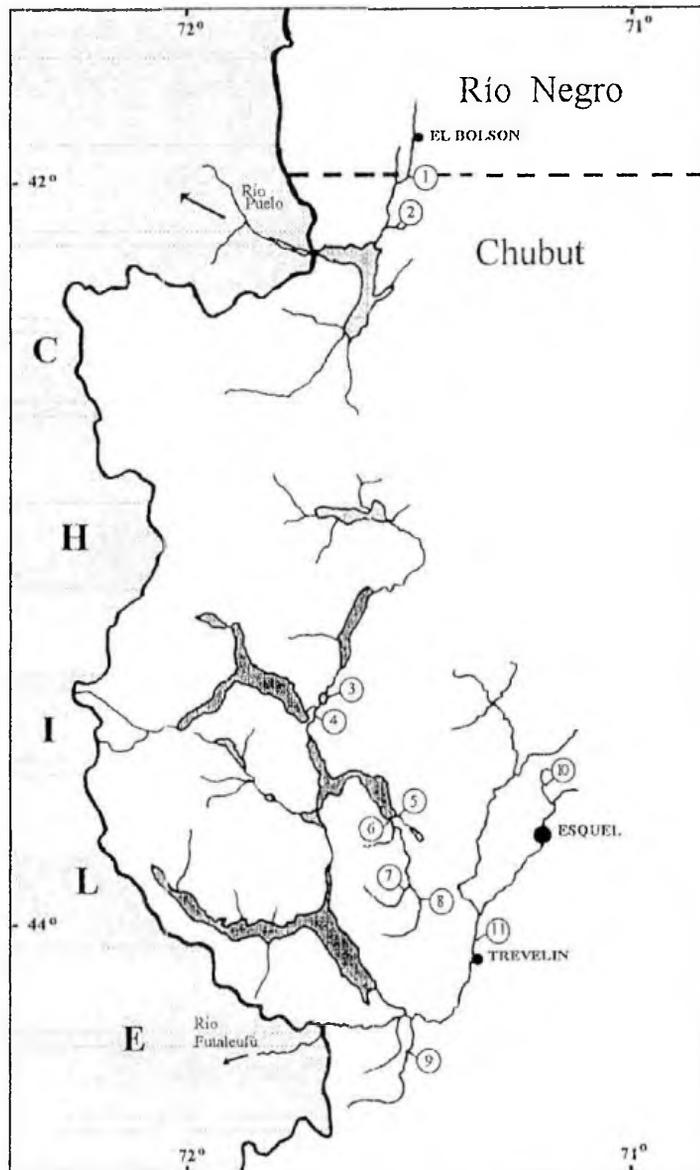


Figura 1: Ubicación de los sitios de muestreo: 1, río Quemquemtreu; 2, arroyo Las Golondrinas; 3, arroyo s/n lago Verde ; 4, río Arrayanes; 5, emisario laguna Larga; 6, río Desaguadero; 7, río Rañinto; 8, río Fontana; 9, río Baguilt; 10, arroyo Esquel; 11, río Percy.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio comprende ríos ubicados entre los paralelos 42° y 44° S y los meridianos 71° y 72° W. El relieve incluye sectores montañosos, valles y mesetas. La vegetación comprende áreas de bosque principalmente en el Parque Nacional Los Alerces y en las inmediaciones del lago Puelo donde *Nothofagus dombeyi*, *N. pumilio* y *N. antarctica*, *Maitenus boaria* y *Austrocedrus chilensis* son las especies más frecuentes. En otros sectores acompañan el curso de los ríos *Salix fragilis* y esporádicamente *S. viminalis*. Existe un marcado gradiente pluviométrico oeste-este, donde las precipitaciones van desde los 1500 mm anuales en la cordillera hasta los 600 mm en los cordones más orientales. Los ríos corresponden al tipo ritron (Welcomme, 1985).

Las campañas se realizaron entre los años 1990 y 1996. Se tomaron muestras en el sistema Esquel-Percy, río Desaguadero, río Baguilt, río Rañinto, río Arrayanes, río Fontana, arroyo s/n lago Verde y emisario de laguna Larga, que pertenecen a la cuenca del Futaleufú-Yelcho y que drenan hacia el Pacífico a través del río Yelcho; y sobre el río Quemquemtreu y arroyo Las Golondrinas, que pertenecen a la cuenca del Puelo y que drenan a través del río Puelo hacia el Pacífico (fig. 1).

Se determinó la jerarquía de

los ríos según la clasificación de Strahler (Welcomme, 1985). Se tomó el ancho del álveo seco y mojado de la corriente. Se midieron las profundidades medias en cada sitio. La temperatura del agua se tomó con termómetro de mercurio de -10°/60°C. Las ninfas se colectaron sobre sustratos rocosos con red Surber modificada (Winget & Mangum, 1979); en algunas oportunidades los ejemplares se recogieron manualmente con ayuda de un pincel, sobre rocas o plantas sumergidas. Los ejemplares se fijaron con formol al 4% *in situ* y se conservaron en laboratorio en alcohol 70°. La identificación de las ninfas se realizó mediante claves (Benedetto, 1974; Caamaño, 1985; Wais, 1987; Bachmann, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los plecópteros se registraron entre 200 y 1350 m s.n.m. El orden lótico de los cuerpos de agua monitoreados estuvo entre 2 y 6. Las profundidades difirieron de acuerdo al régimen de las corrientes: el estiaje se da en los meses de verano, y el período de aguas altas en invierno-primavera. Las velocidades de las corrientes estuvieron comprendidas entre 44 cm s⁻¹ y 250 cm s⁻¹ (Tabla I). El ancho de los ríos fue de 2 a 100 m. Los sustratos predominantes en las estaciones de muestreo

Tabla I: Características físicas y térmicas de los sitios de muestreo. (*), entre dos lagos o emisario de un lago.

Sitio	Altura (msnm)	Orden lótico	Profundidad (cm)	Velocidad (cm s ⁻¹)	Ancho (m)	Sustrato	Temperatura agua (°C)
1	300	5	30-60	159-250	35-50	guijón	5-12
2	200	4	20-30	44-62	15-20	guijarro	9-13
3	600	2	10-20	50	3-5	guijón	0-10
4	600	(*)	200	50	40-100	arena-guijón	5-13
5	600	(*)	10-25	50	5-7	guijarro	0-10
6	550	5	21-30	121	23-27	guijarro	0-16
7	600	4	15-31	111	9-15	bloque	0-9
8	700	4	15-30	105	7-20	guijón	0-10
9	400	(*)	25-35	80	18-20	bloque-guijón	<0-14
10	1350-600	3-4	20-40	50-100	2-15	bloque-guijón	<0-19
11	300-400	6	30-60	50-160	25-50	guijón	0-15

fueron guijones, aunque el río Arrayanes presenta un predominio de sedimentos arenosos. Los cuerpos de agua de bajo orden lótico son en general más responsivos a las variaciones de temperatura; algunos ríos pequeños se congelaron en invierno y tuvieron en verano las temperaturas más altas, registrándose hasta 19°C.

Aspectos taxonómicos y biogeográficos.

Se reconocieron en total 19 géneros de plecópteros (Tabla II). Se registraron 5 de las 6 familias citadas para América del Sur. No se hallaron *Diamphipnoidae* en los sitios muestreados, a diferencia de lo hallado por Wais (1987) en los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanin, en Río Negro y Neuquén.

Los trabajos publicados sobre *Eustheniidae* (Wais, 1986; De Cabo & Wais, 1991) citan a *Neuroperla eschedingi* (Navás), única especie conocida del género, sólo hasta la provincia de Río Negro; aquí se amplía su distribución geográfica a la provincia del Chubut.

La familia con mayor número de géneros fue Gripopterygidae. Esta familia es la que presenta mayor cantidad de géneros en América del Sur. De los 22 géneros citados para esta parte del continente, hay 12 géneros registrados en la República Argentina; de los 10 restantes, 8 son esperables en la República Argentina (Bachmann, 1995). En este trabajo se da a conocer la presencia de *Chilenoperla*, lo que constituye su primer registro en nuestro país; la

Tabla II: Lista de plec6pteros registrados en distintos ambientes l6ticos del noroeste del Chubut.

Clase INSECTA	SITIO
ORDEN PLECOPTERA	
Suborden ARCHIPERLARIA	
Fam. Eustheniidae:	
Subfam. Stenoperlinae	
<i>Neuroperla</i> Illies 1960	3
Suborden SETIPALPIA	
Fam. Perlidae:	
Subfam. Acroneurinae	
<i>Kempnyella</i> Illies 1964	1-3-9-10
<i>Pictetoperla</i> Illies 1964	1-3-9
Suborden FILIPALPIA	
Fam. Notonemouridae:	
<i>Udamocercia</i> Enderlein 1909	1-2-9-10
Fam. Gripopterygidae:	
Subfam. Gripopteryginae	
<i>Notoperlopsis</i> Illies 1963	11
Subfam. Leptoperlinae	
<i>Notoperla</i> Enderlein 1909	7-9-10
<i>Senzilloides</i> Illies 1963	6-8-9-10
Subfam. Paragripopteryginae	
<i>Aubertoperla</i> Illies 1963	1
<i>Limnoperla</i> Illies 1963	1-6-7-8-9-10-11
<i>Potamoperla</i> Illies 1963	3-10
<i>Rhithroperla</i> Illies 1963	10
Subfam. Antarctoperlinae	
<i>Antarctoperla</i> Enderlein 1905	1-4-6-9-10
<i>Araucanioperla</i> Illies 1963	11
<i>Ceratoperla</i> Illies 1963	6
<i>Chilenoperla</i> Illies 1963	6-8-10
<i>Pelurgoperla</i> Illies 1963	1-3-5-8-9
Fam. Austroperlidae	
<i>Klapopteryx</i> Navás 1928	1-6-7-8-9-10
<i>Penturoperla</i> Illies 1960	3

ninfas podrían corresponder a *C. puerilis*.

No existen claves a nivel específico para los estadios larvales de plec6pteros, y es necesario contar con especimenes relativamente maduros (6ltimos estadios ninfales) para realizar una identificaci6n tentativa en la mayori6 de los casos. Sin embargo de las ninfas de *Antarctoperla* colectadas, algunas corresponderi6n a *A. michaelseni*; otras ninfas presentaron caracteristicas diferentes de esta especie.

Si bien las especies de *Limnoperla* y *Rhithroperla* en sus formas inmaduras son difciles de distinguir (Caama6o, 1985) los dos g6neros fueron registrados, trat6ndose posiblemente de *Limnoperla jaffueli*, 6nica especie descripta de ese g6nero, y por la latitud en donde fue hallada, de *Rhithroperla rossi*. Por otro lado las ninfas de *Aubertoperla* colectadas, por su ubicaci6n geogr6fica, podr6n corresponder a *A. illiesi*. Las ninfas de *Potamoperla* corresponderi6n a *P. myrmidon*, 6nica especie conocida del g6nero; las de *Pelurgoperla* corresponderi6n a *P. personata*, y las de *Notoperlopsis* a *N. femina*.

En las muestras consideradas parece haber dos especies de *Notoperla*: *N. archiplatae* y *N. tunelina*, como sugieren otros autores (Wais & de Cabo, 1990).

El 6nico g6nero de *Austroperlidae* citado para la Rep6blica Argentina es *Klapopteryx*, por lo

que la cita de *Penturoperla* constituye la primera para nuestro pa6s.

Aspectos Ecol6gicos.

En coincidencia con otros estudios, las ninfas de *Limnoperla* y de *Antarctoperla* fueron encontradas en un espectro amplio de ambientes (Wais, 1987; Miserendino, 1995), lo que corresponderi6 a una mayor tolerancia ecol6gica. *Neuroperla*, *Penturoperla*, *Cerato-perla* s6lo se encontraron en ambientes del Parque Nacional Los Alerces, pero se encontraron en pocas muestras. *Notoperlopsis* y *Araucanioperla* en r6os fuera del Parque, el primero en mayor frecuencia y numerosidad.

Klapopteryx, *Notoperla*, *Senzilloides* se hallaron en sitios de aguas r6pidas y fr6as; estas mismas ninfas se registraron en aguas bien oxigenadas que sufren periodos de congelamiento, tambien en mayores alturas (Miserendino, 1995). Se encontraron resultados similares para *Klapopteryx* y *Notoperla* en la provincia de R6o Negro (Albari6o & Balseiro, 1995): las especies de estos taxa tal vez sean m6s estenoicas.

Los plec6pteros se consideran excelentes indicadores de la calidad del agua y han sido utilizados en 6ndices bi6ticos (Rosenberg & Resh, 1993). En la mayori6 de los casos son ubicados como los taxa de mayor valor indicador por su alta sensibilidad a la contamina-

ción de las aguas corrientes. Por su respuesta al enriquecimiento orgánico han sido incluidos en el IAP (índice andino-patagónico) para el área que nos ocupa (Miserendino & Pizzolon, 1992). Este grupo nunca fue encontrado en algunos tramos que presentaron enriquecimiento orgánico del sistema Esquel-Percy, en el curso de ocho monitoreos en un año (Miserendino, 1995).

Los plec6pteros son importantes componentes de las tramas tr6ficas. La abundancia relativa media anual del grupo alcanz6 en algunos sitios el 22,6 % para el sistema Esquel-Percy (Miserendino, 1994), en otros ambientes patag6nicos similares el grupo ocup6 el tercer lugar en numerosidad (Albari6o & Balseiro, 1995).

CONCLUSION

Es dif6cil establecer con seguridad cu6les y que n6mero de especies de plec6pteros hay en Chubut, para ello deber6 contarse con estadios ninfales avanzados y espec6ficamente de machos. Esta situaci6n afecta a varios 6rdenes de insectos acu6ticos en la regi6n Neotropical. Sin embargo puede afirmarse que los plec6pteros son un grupo diverso en la Patagonia y de relevancia num6rica en las comunidades bent6nicas de ambientes l6ticos cordilleranos. Las ninfas de *Limnoperla* y *Antarctoperla* parecen estar adaptadas a

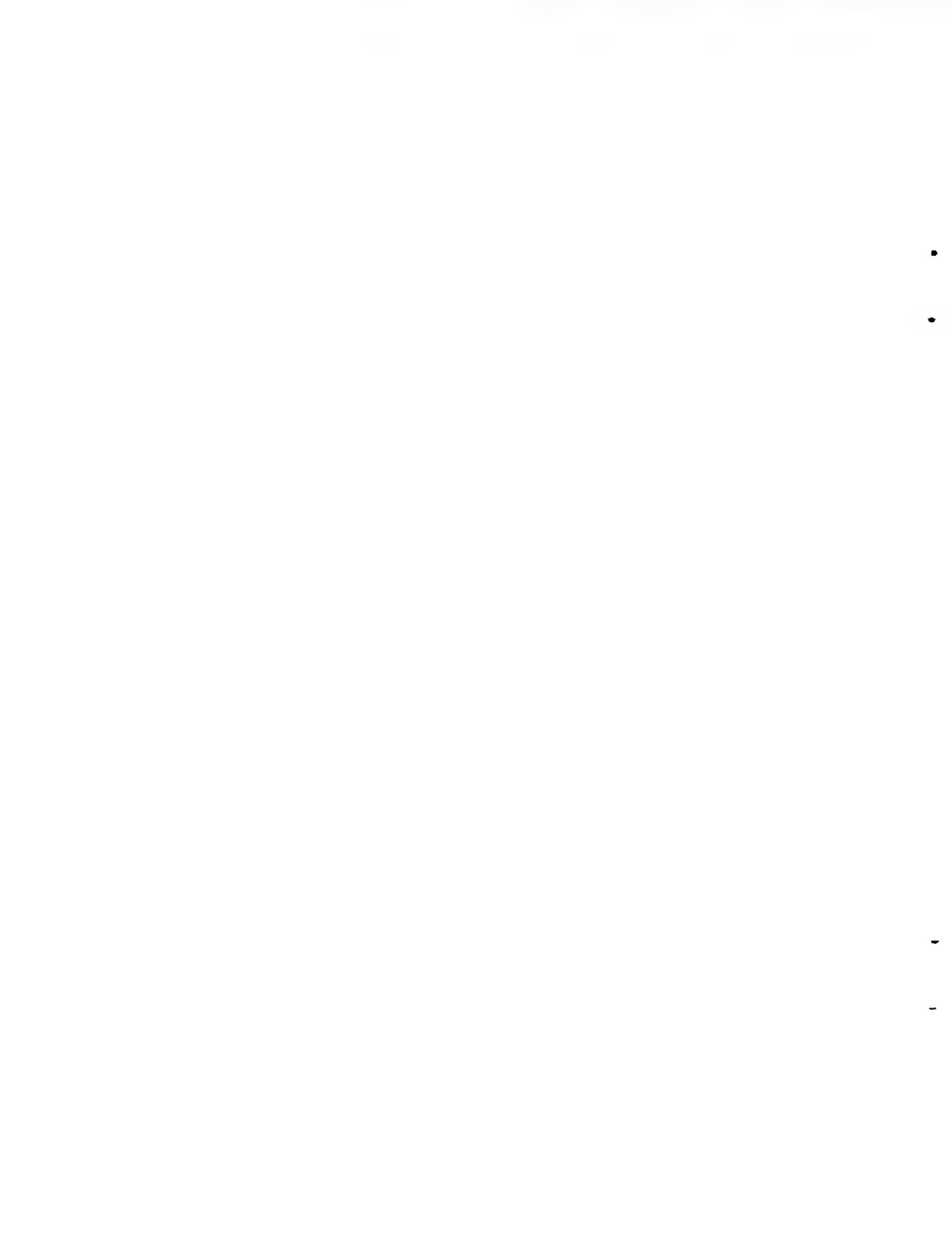
vivir en una mayor variedad de ambientes, mientras que las de *Notoperla*, *Senzilloides* y *Klapopteryx* ser6an m6s estenoicas.

BIBLIOGRAFIA

- Albari6o, R. J. & Balseiro, E. 1995. Distribuci6n espacial de los plec6pteros (Insecta) en un ambiente r6tr6nico andino-patag6nico. XVII Reuni6n Argentina de Ecolog6a, Res6menes: 294.
- Benedetto, L., 1974. Clave para la determinaci6n de los plec6pteros sudamericanos. Stud. Neotrop. Fauna, 9: 141-170.
- Caama6o, M. P. 1985. Taxonom6a de las ninfas de Ri6ihue, X^a Regi6n Chile. Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, 146 pp.
- De Cabo L. & Wais, I. 1991. Macrozoobenthos prospection in central Neuquen streams, Patagonia, Argentina. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24: 2091-2094.
- Bachmann, A. 1995. Plecoptera. En E. G. Lopretto & G. Tell (eds) Ecosistemas de aguas continentales. Ediciones Sur, La Plata: 1093-1111.
- Miserendino, M. L. 1993. Macrozoobentos del Arroyo Esquel, Andes Patag6nicos, Argentina. XVI Reuni6n Argentina de Ecolog6a, Puerto Madryn, Res6menes (Anexo I): 17.
- Miserendino, M. L. 1994. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Esquel. Tankay, 1: 167-169.
- Miserendino, M. L. 1995. Composici6n y distribuci6n del macrozoobentos de un sistema l6tico andino-patag6nico. Ecolog6a Austral, 5:

M. L. Miserendino: Plecópteros del noroeste del Chubut.

- 133-142.
- Miserendino, M. L. & Pizzolón, L. 1992. Un índice biótico de calidad de aguas corrientes para la región andino-patagónica. Actas Segundo Congreso Latinoamericano de Ecología, Caxambú, Minas Gerais, Brasil: 39-40.
- Rosenberg, D. M. & Resh, V. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York, 488 pp.
- Wais, I. R. 1986. Primer registro en la República Argentina de Eustheniidae, la familia actual más primitiva de Plecoptera. *Spheniscus*, 4: 39-44.
- Wais, I. R. 1987. Las ninfas de plecópteros de los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanin. *Rev. Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, 6 (3): 15-21.
- Wais, I. R. 1990. A checklist of the benthic macroinvertebrates of the Negro River Basin, Patagonia, Argentina, including an approach to their functional feeding groups. *Acta Limnol. Brasil*, 3: 829-845.
- Wais, I. R. & de Cabo, L. 1990. A note of the nymphs of the genus *Noioptera* Enderlein 1909 (Plecoptera, Gripopterygidae, Leptoperlinae). En I. C. Campbell (ed.) *Mayflies and Stoneflies*. Kluwer Academic Publishers: 337-339.
- Welcomme, R. L. 1985. *River Fisheries*. FAO (Roma), Fisheries Technical Paper, 262, 330 pp.
- Winget, R. N. & Mangum, F. A. 1979. Aquatic ecosystem inventory. Macroinvertebrates analysis. Biotic condition index: integrated biological, physical and chemical stream parameters for management. US. Dept. Agriculture Intermountain Region, Spec. Forest. Serv. Rep., 51 pp.



LA DIETA DEL CORMORAN CUELLO NEGRO (*PHALACROCORAX MAGELLANICUS*) Y EL CORMORAN REAL (*P. ALBIVENTER*) EN EL PUERTO DE COMODORO RIVADAVIA (CHUBUT, ARGENTINA).

Diets of Rock Cormorant *Phalacrocorax magellanicus* and King Cormorant *P. albiventer* in the Port of Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina).

Laura V. Libenson

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

Se analizó cualitativa y cuantitativamente la dieta de juveniles de *Phalacrocorax albiventer* (cormorán real) y adultos de *Phalacrocorax magellanicus* (cormorán cuello negro) mediante la recolección de "pellets" o bolos residuales. El material fue obtenido entre los meses de noviembre de 1994 y enero de 1996 en el muelle de Comodoro Rivadavia (45° 52' S, 67° 27' W). Se encontró que ambos cormoranes se alimentan principalmente de especies bentónicas, siendo los peces el ítem más represen-

tado. Otras presas destacadas en ocurrencia fueron los poliquetos en el caso de *Phalacrocorax magellanicus* y crustáceos en *P. albiventer*. Numéricamente, los peces más frecuentes en la dieta de *P. albiventer* fueron *Ribeiroclinus eingenmanni*, *Raneya fluminensis* y nototénidos, y en el caso de *P. magellanicus*, *Ribeiroclinus eingenmanni* y nototénidos. Se detectó un cambio estacional en la dieta de *P. albiventer*, con una disminución durante otoño-invierno y primavera en la ocurrencia de las especies de peces y un aumento de crustáceos y poliquetos.

Palabras clave: *Phalacrocorax*, dieta, Patagonia, cormoranes.

ABSTRACT

The diet of king cormorant, *Phalacrocorax albiventer*, juveniles and adults of rock cormorant *Phalacrocorax magellanicus*, was analysed through pellets. The material was collected between November 1994 and January 1996 in the port of Comodoro Rivadavia (45° 52' S, 67° 27' W). It was found that the main preys were benthic species, being fish the principal item; other important prey were polichaetes in the diet of *P. magellanicus* and crustaceans in the diet of *P. albiventer*. The quantitatively most important fish preys were *Ribeiroclinus eingenmanni*, *Raneya fluminensis* and notothenids. It was detected a seasonal change in the diet of *P. albiventer*.

Key words: *Phalacrocorax*, diet, Patagonia, cormorants.

INTRODUCCION

El estudio de la dieta de las aves marinas ha sido indicado como un importante método para evaluar los recursos marinos y las relaciones con la pesca comercial (Duffy & Jackson, 1986). En la provincia del Chubut, los trabajos referidos a la dieta de cormoranes son escasos (Punta *et al.*, 1993; Malacalza *et al.*, 1994; en prensa). En estas aves, el análisis de la

dieta puede realizarse de manera relativamente fácil a través de "pellets" o bolos residuales (Duffy *et al.*, 1987). Si bien se han señalado ciertas desventajas para este tipo de método (Duffy & Laurensen, 1983), el mismo permite la recolección de un gran número de muestras con un mínimo disturbio para las aves (Duffy & Jackson, 1986; Green *et al.*, 1990; Barret *et al.*, 1990; Casaux & Barrera-Oro, 1993;

Malacalza *et al.*, 1994)

El cormorán real *Phalacrocorax albiventer* y el cormorán cuello negro *P. magellanicus* nidifican en costas e islas del litoral patagónico (Narosky & Yzurieta, 1989). El primero es la especie más importante en cuanto a abundancia y producción guanera (Malacalza, 1984; Punta, 1989) y sus colonias, junto con las del cormorán cuello negro, son objeto de explotación (Carrara, 1952; Gaillardou, 1980; Malacalza, 1984; Punta, 1989). Recientemente se citaron nuevos sitios de nidificación de estas especies, que se hallan emplazados en lugares con acción antrópica (Abril, 1994). El presente estudio se realizó en una de estas colonias, situada en el puerto de Comodoro Rivadavia (Chubut).

Como la taxonomía de los "cormoranes de ojos azules" todavía es motivo de discusión (Devillers & Terschuren, 1978; Siegel-Causey, 1988; Fasmussen, 1991), en este trabajo se denomina *Phalacrocorax albiventer* a la forma de mejillas negras (Malacalza, 1991).

MATERIALES Y METODOS

El material fue recolectado entre los meses de noviembre de 1994 y enero de 1996 en un espigón lateral del muelle de Comodoro Rivadavia (45° 52' S, 67° 29' W), donde nidifican

habitualmente *Phalacrocorax magellanicus* y *P. albiventer*; en este sitio se observan además gran cantidad de juveniles de *P. albiventer* (se censaron entre 50 y 1500 individuos a lo largo del período de estudio), juveniles de *P. magellanicus* (entre 1 y 20 individuos), y otras especies de aves que no nidificaron: *Leucophaeus scoresbii* (gaviota gris), *Chionis alba* (paloma antártica), *Lophonetta specularioides* (pato crestón) y *Larus dominicanus* (gaviota cocinera).

Se procesaron un total de 50 "pellets" de adultos de *Phalacrocorax magellanicus* distribuidos de la siguiente manera: 21 en el ciclo reproductivo 1994-95, 19 en el otoño-invierno de 1995 (período no reproductivo) y 15 en la temporada reproductiva 1995-96. Además se analizaron 200 muestras de juveniles de *Phalacrocorax albiventer*, a razón de 50 "pellets" por período muestreado: verano 1994-1995, otoño-invierno 1995, primavera 1995, verano 1995-1996.

Las muestras fueron conservadas en alcohol 70%. Posteriormente cada "pellet" fue disgregado bajo microscopio binocular y se identificaron los distintos tipos de presa a partir de las partes duras remanentes: otolitos (peces), "picos" (pulpo y calamar), dientes córneos (mixines), mandíbulas quitinosas y quetas (poliquetos), quelas y tegumento (crustáceos). Los peces fueron identificados

hasta el menor nivel sistemático posible en base a los trabajos de Torno (1976) y Merini *et al.* (1984). Los crustáceos fueron identificados con ayuda del catálogo de Boschi *et al.* (1992) y material de referencia. Los cefalópodos fueron identificados en base a los trabajos de Mangold & Fiorini (1966) y Ré (1980).

Por muestreo y especie de cormorán, se obtuvo para cada ítem alimenticio el porcentaje de pellets en los cuales la presa se halla presente (P). Para el conjunto de ítems cuantificables, se obtuvo por muestreo el porcentaje del número de individuos de un ítem particular respecto del total de individuos encontrados (N).

RESULTADOS

Phalacrocorax magellanicus.

El espectro trófico de *P. magellanicus* estuvo conformado por 10 ítems distintos (Tabla I).

Notothenia sp2 fue la especie más común en porcentaje de presencia de la temporada reproductiva 1994-95 (P = 90%), seguida por *Notothenia* sp1 (P = 75%) y *Ribeiroclinus eingenmanni* (P = 75%). La especie más numerosa en porcentaje en este período fue *Ribeiroclinus eingenmanni* (N = 62%).

Durante el otoño-invierno *Notothenia* sp1 pasa a ser la especie más importante en cuanto a porcentaje de presencia (P = 79%)

y porcentaje numérico (N = 45%), seguida por *Notothenia* sp2. (P = 74%; N = 27,4%)

Para la temporada reproductiva 1995-95, la especie más frecuente en los "pellets" es *R. eingenmanni* (P = 60%), siendo *Notothenia* sp2 la especie más abundante (N = 51,5%).

Raneya fluminensis estuvo presente en las dos temporadas reproductivas con escaso número de individuos y ausente en el muestreo de otoño-invierno.

Engraulis anchoita se presentó en el otoño-invierno y la estación reproductiva 1995-96 con bajos porcentajes de presencia y numérico.

Los mixines sólo se hallaron presentes en la temporada reproductiva 1994-95.

El mayor porcentaje de presencia de los cefalópodos *Enterotopus megalocyathus* y *Loligo* sp. tuvo lugar en la temporada reproductiva 1995-96 (P = 47% y P = 33%, respectivamente); numéricamente, las dos especies contribuyeron poco al total de presas en número (0,3% al 11,0%). El pulpo, *E. megalocyathus*, fue más común (en presencia y número) que el calamar en los tres períodos de muestreo.

Los crustáceos estuvieron presentes en las tres temporadas; siendo más frecuentes en invierno (P = 37%).

Los poliquetos tuvieron un alto porcentaje de presencia en las tres temporadas de muestreo

Tabla I: Porcentaje de presencia (P) y porcentaje numérico (N) de presas en pellets de *Phalacrocorax magellanicus* en el muelle de Comodoro Rivadavia. TR, temporada reproductiva; O-I, otoño-invierno.

Presas	TR 1994-1995		O-I 1995		TR 1995-1996	
	P	N	P	N	P	N
PECES						
<i>Ribeiroclinus eingenmanni</i>	75,0	62,0	68,0	23,5	60,0	20,0
<i>Notothenia</i> sp1	75,0	18,0	79,0	45,0	40,0	13,4
<i>Notothenia</i> sp2	90,0	11,0	74,0	27,4	53,0	51,5
<i>Raneya fluminensis</i>	20,0	4,0	0,0	0,0	20,0	0,9
<i>Engraulis anchoita</i>	0,0	0,0	16,0	1,3	13,0	0,6
<i>Myxine</i> sp.	10,0	-	0,0	-	0,0	-
MOLUSCOS						
<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	35,0	4,0	21,0	1,5	47,0	11,0
<i>Loligo</i> sp.	15,0	0,3	10,0	1,3	33,0	2,5
POLIQUETOS						
Eunicidae	75,0	-	89,0	-	80,0	-
CRUSTACEOS						
	10,0	-	37,0	-	27,0	-
Tamaño de la muestra	21		19		15	

(75%, 89% y 80% respectivamente); encontrándose un promedio de 35 individuos por pellet ($s = 20$, $n = 3$, rango = 15-58).

En los "pellets" también fueron encontrados nematodos. El mayor porcentaje de presencia de estos gusanos tuvo lugar en el período reproductivo 1995-1996

($P = 20\%$), el porcentaje disminuyó en el muestreo de otoño-invierno ($P = 16\%$) y no fueron muy comunes durante el período reproductivo 1994-95 ($P = 5\%$). Los nematodos fueron numéricamente escasos (entre 1 y 3 individuos por "pellet").

Phalacrocorax albiventer

El espectro trófico de esta especie estuvo conformado por 17 ítems distintos (Tabla II), siendo los peces el grupo más representado (n = 13 especies).

Los cefalópodos y los crustáceos fueron las presas más importantes en cuanto a porcentaje de presencia, particularmente durante el otoño-invierno y la primavera. En el caso de los cefalópodos, su porcentaje numérico fue relativamente bajo, y en general siempre fueron mayores los porcentajes correspondientes a *Enteractopus megalocyathus* que aquellos de *Loligo sp.*

Respecto de los grupos anteriores, los poliquetos mostraron un porcentaje de presencia menor y constante durante el estudio (entre 24% y 32%).

Dentro del grupo de los peces, durante el verano 1994-95 la especie más importante en cuanto a presencia y contribución numérica fue *Raneya fluminensis* (P= 48%; N= 31%). En el muestreo de otoño-invierno las especies más destacadas fueron *Notothenia sp2* (P= 30%; N= 18%), *Notothenia sp1* (P= 22%; N= 13%) y *Acanthistius brasiliensis* (P= 22%; N= 10%), mientras que el resto de las especies presentes contribuyeron con porcentajes relativamente mucho más bajos. Durante la primavera *Raneya fluminensis* es entre los peces la presa más importante

(P= 36%; N= 19%), junto con *Ribeiroclinus eingenmanni* (P= 26%; N= 22,5%). En el verano 1995-96 las especies más comunes fueron *R. eingenmanni* (P= 44%; N= 29%), *Notothenia sp2* (P= 44%; N= 16%) y *Raneya fluminensis* (P= 42%; N= 25,5%). Los mixines se presentaron en las cuatro estaciones y su mayor porcentaje de presencia se dio en el verano 1994-95.

Los valores de la Tabla II muestran un cambio estacional en la frecuencia de ocurrencia y cantidad de las especies consumidas, con una disminución de los peces y un aumento de cefalópodos y crustáceos en otoño-invierno y primavera.

Los nemátodos se presentaron en los pellets en menor frecuencia en otoño-invierno y primavera (4% y 10% respectivamente) mientras que en el verano 1994-95 y en el verano 1995-96 su porcentaje fue mayor (20% y 24% respectivamente). Se contabilizaron entre uno y cuatro ejemplares por "pellet".

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los escasos estudios en la región sobre la dieta de *Phalacrocorax magellanicus* indican que se alimenta principalmente de organismos bentónicos (Punta *et al.*, 1993; Malacalza *et al.*, en prensa). En coincidencia, en el presente trabajo se observa que las

Tabla II: Variación estacional en el porcentaje de presencia (P) y porcentaje numérico (N) de presas en pellets de juveniles de *Phalacrocorax albiventer* en el muelle de Comodoro Rivadavia. TR, temporada reproductiva; O-I, otoño-invierno.

Presas	TR 1994-95		O-I 1995		Primavera 1995		TR 1995-96	
	P	N	P	N	P	N	P	N
PECES								
<i>Raneya fluminensis</i>	48,0	31,0	16,0	6,0	36,0	19,0	42,0	25,5
<i>Notothenia</i> sp1	36,0	11,0	22,0	13,0	16,0	12,0	30,0	10,0
<i>Notothenia</i> sp2	28,0	17,0	30,0	18,0	16,0	16,0	44,0	16,0
<i>Ribeiroclinus eingenmarni</i>	30,0	18,0	10,0	2,0	26,0	22,5	44,0	29,0
<i>Acanthistius brasilianus</i>	10,0	2,1	22,0	10,0	10,0	1,5	12,0	1,6
<i>Agonopsis chiloensis</i>	10,0	2,0	4,0	1,5	10,0	2,1	14,0	1,4
<i>Merluccius hubbsi</i>	12,0	2,1	4,0	0,8	6,0	0,8	8,0	1,0
<i>Genypterus blacodes</i>	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,3
<i>Eleginops maclovinus</i>	2,0	0,2	4,0	1,3	2,0	0,2	4,0	0,2
<i>Triathalassothia argentina</i>	8,0	0,9	0,0	0,0	2,0	0,4	8,0	0,5
<i>Bovichthys argentinus</i>	0,0	0,0	2,0	0,3	8,0	0,8	2,0	0,1
<i>Odontesthes</i> sp.	0,0	0,0	6,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myxine</i> sp.	36,0	-	14,0	-	20,0	-	18,0	-
MOLUSCOS								
<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	50,0	12,0	74,0	25,0	64,0	18,0	58,0	8,0
<i>Loligo</i> sp.	28,0	4,0	48,0	9,0	64,0	18,0	58,0	7,0
POLIUQUETOS								
Eunicidae	24,0	-	32,0	-	30,0	-	30,0	-
CRUSTACEOS								
	48,0	-	80,0	-	78,0	-	54,0	-
Tamaño de la muestra	50		50		50		50	

especies bentónicas constituyen las presas más consumidas.

Punta *et al.* (1993) encontraron altos porcentajes de nototénidos (*Nothotenia sp.*) y *Engraulis anchoita* en la dieta de *P. magellanicus* de bahía Bustamante (45° 05' S, 65° 50' W) durante la temporada reproductiva, mientras que en invierno sólo detectaron *Nothotenia sp.* Malacalza *et al.* (en prensa) citan en punta Loma (42° 48' S, 64° 53' W) una dieta compuesta por peces, poliquetos, cefalópodos y crustáceos. En la dieta de *P. magellanicus* del puerto se identificaron varias especies de peces (n = 6 especies), además poliquetos, cefalópodos y crustáceos. Los peces con mayor porcentaje de presencia fueron los nototénidos y *Ribeiroclinus eingenmanni*. A diferencia de lo encontrado por Punta *et al.* (1993), *E. anchoita* no fue un ítem importante.

Se ha comprobado que los poliquetos son una de las principales presas de algunas especies de cormoranes (Green *et al.*, 1990; Malacalza *et al.*, en prensa). En nuestros muestreos los poliquetos mantuvieron una frecuencia de presencia alta en la dieta de *P. magellanicus* durante los tres periodos estudiados, dándose el mayor valor en invierno (P = 89%). Estos resultados difieren de los de Punta *et al.* (1993), quienes encuentran una presencia mucho menor de este ítem tanto en invierno como en la temporada re-

productiva.

Tanto en el área de Comodoro Rivadavia como en los otros sitios estudiados, la dieta de *Phalacrocorax magellanicus*, prácticamente no implicó la utilización de especies de importancia comercial.

Respecto de *Phalacrocorax albiventer*, se ha señalado que en punta León (43° 04' 44" S y 64° 29' 45" W) esta especie presenta una dieta compuesta mayormente por peces bentónicos (Malacalza *et al.*, 1994). También las presas consumidas por los juveniles de *P. albiventer* en Comodoro Rivadavia fueron en su mayoría peces de hábitos bentónicos. Si bien hubo coincidencia en los tipos de presa y especies halladas, el espectro trófico de los adultos de punta León fue menor (n = 11 especies) que el encontrado en nuestro estudio para los juveniles (n = 17 especies). Esto podría indicar que los inmaduros de *Phalacrocorax albiventer* tienen una dieta más variada, sugiriendo una conducta más oportunista.

Al igual que lo encontrado por Malacalza *et al.* (1994) y Punta *et al.* (1993) para los cormoranes adultos, los juveniles de *P. albiventer* consumieron preferentemente especies de escaso o nulo valor comercial.

Al comparar las especies estudiadas, el espectro trófico de *Phalacrocorax magellanicus* fue bastante menor que el de los juveniles de *P. albiventer*. Los juveniles de *P. albiventer* incluye-

ron en su dieta más especies de peces y si bien se observó que ambas especies de cormoranes consumían nototénidos, *Ribeiroclinus eingenmanni* y *Raneya fluminensis*, esta última especie fue más importante en la dieta de los juveniles de *P. albiventer*. En cuanto a los poliquetos, fueron más frecuentes en la dieta de *P. magellanicus*, igual que los nototénidos y *R. eingenmanni*. Por otro lado, los crustáceos fueron mucho más importantes en la dieta de *P. albiventer*, sobre todo en invierno.

En conclusión hay diferencias en la composición dietaria de las dos especies de cormoranes estudiadas en el puerto de Comodoro Rivadavia, siendo la dieta de *P. magellanicus* menos variada que la de los juveniles de *P. albiventer*. A su vez estos últimos mostraron un cambio estacional en la frecuencia de ocurrencia de las especies consumidas, que no detectado en *P. magellanicus*.

BIBLIOGRAFIA

- Abril, M. 1994. Nidificación de cormoranes sobre plataformas artificiales en Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina). *Naturalia patagónica, Serie Ciencias Biológicas*, 2: 93-94.
- Barret, R. T., Rov, N., Loen, J. & Montevicchi, W. A. 1990. Diets of shags *Phalacrocorax aristotelis* and cormorants *P. carbo* in Norway and possible implications for gadoid stock recruitment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 66: 205-218.
- Boschi, E. E., Fischbach, C. E. & Iorio, M. I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frente Marítimo*, 10 (A): 7-94.
- Carrara, I. S. 1952. Lobos marinos, pingüinos y guaneras del litoral marítimo e islas adyacentes de la República Argentina. Ed. Univ. Nac. La Plata, 187 pp.
- Casaux, R. J. & Barrera-Oro, E. R. 1993. The diet of the blue-eyed shag, *Phalacrocorax atriceps bransfieldensis* feeding in the Bransfield Strait. *Antarctic Science*, 5 (4): 335-338.
- Gaillardou, R. A. 1980. Explotación de guano de las islas de Chubut. Etapa Y, Consejo Federal de Inversiones, Argentina, 46 pp.
- Green, K., Williams, R., Woehler, E. J., Burton, H. R., Fales, N. J. & Jones, R. T. 1990. Diet of the Heard Island cormorant *Phalacrocorax atriceps nivalis*. *Antarctic Science*, 2 (2): 139-141.
- Devillers, O. & Terschuren, J. A. 1978. Relationships between the blue-eyed shags of South America. *Gerfaut*, 68: 151-156.
- Duffy, D. C. & Laurenson, L. J. 1983. Pellets of cape cormorants as indicators of diet. *Condor*, 85: 305-307.
- Duffy, D. C. & Jackson, S. 1986. Diet studies of seabirds: a review of methods. *Colonial Waterbirds*, 9: 1-17.
- Duffy, D. C., Wilson, P. R. & Wilson, P. M. 1987. Spatial and temporal patterns of diet in the cape cormorant of Southern Africa. *Condor*, 89: 830-834.
- Libenson, L. V., en prensa. Aspectos de la biología reproductiva de *Phalacrocorax magellanicus*.

L. V. Libenson: Dieta de *Phalacrocorax magellanicus* y *P. albiventer*.

- Phalacrocorax magellanicus* y *P. albiventer* en el puerto de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina).
- Malacalza, V. E. 1984. Aves guaneras. Relevamiento de especies en tres cormoraneras continentales de la provincia del Chubut (Argentina) (Pelecaniformes-Phalacrocoracidae). Contribución Científica Centro Nacional Patagónico (CONICET), Argentina, 84, 13 pp.
- Malacalza, V. E. 1991. External characters in the offspring resulting from cross-breeding between cormorant species. Colonial Waterbirds, 14: 180-183.
- Malacalza, V. E., Poretti, T. I & Bertellotti, M. N. 1994. La dieta de *Phalacrocorax albiventer* en Punta León (Chubut, Argentina) durante la temporada reproductiva. Ornitología Neotropical, 5: 91-97.
- Malacalza, V. E., Poretti, T. I & Bertellotti, M. N., en prensa. Variación estacional de la dieta de *Phalacrocorax magellanicus* en Punta Loma (Chubut, Argentina).
- Mangold, K. & Fioroni, P. 1966. Morphologie et biometrie des mandibules de quelques céphalopodes méditerranéens. Vie et Milieu, Biologie marine, 17 (3): 1189-1196.
- Menni, R. C., Ringuélet, R. A. & Aramburu, R. H. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 360 pp.
- Narosky, T. & Yzurieta, D. 1989. Birds of Argentina & Uruguay. A field guide. Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, 327 pp.
- Punta, G. 1989. Guaneras de la provincia del Chubut. Potencialidad productiva y fundamentos para su manejo racional. Dirección de Intereses Marítimos y Pesca Continental. Chubut, Argentina, 120 pp.
- Punta, G., Saravia, J. & Yorio, P. 1993. The diet and foraging behaviour of two Patagonian cormorants. Marine Ornithol., 21: 27-36.
- Rasmussen, P. C. 1991. Relationships between coastal South America King and Blue-eyed Shags. Condor, 93: 825-839.
- Ré, M. E. 1980. Estudio taxonómico de *Enteroctopus megalocyathus* (Gould) (Cephalopoda, Octopoda) con notas sobre su biología y pesca. Contribución Científica Centro Nacional Patagónico (CONICET), Argentina, 53, 34 pp.
- Siegel-Causey, D. 1988. Phylogeny of the Phalacrocoracidae. Condor, 90: 885-905.
- Torno, A. 1976. Descripción y comparación de algunas familias de peces de la plataforma argentina. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat., 12: 1-20.

COMPARACION DEL ESQUELETO OSEO DE DOS ESPECIES DE PECES DE LA FAMILIA PINGUIPEDIDAE.

Comparison of the osseous skeleton of two pinguipedid fishes.

M. E. Herrera & M. B. Cousseau

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Funes 3350 (7600) Mar del Plata, provincia de Buenos Aires.

RESUMEN

En el presente trabajo se hace un análisis comparativo del esqueleto óseo de las dos especies de peces de la familia Pinguipedidae que habitan la plataforma argentina: el chanchito, *Pinguipes brasilianus* y el salmón de mar *Pseudopercis semifasciata*. Se destacan las diferencias morfológicas intra e interespecíficas, se hace la descripción de la morfología externa y del patrón de coloración y se indica la distribución geográfica. Las características osteológicas de las dos especies se compararon con las de otros géneros de la misma familia. Los ejemplares (14 chanchitos y 28 salmónes de mar), provienen de las campañas de investigación que realizó el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) durante 1993. Los huesos fueron desengrasados por cocción y luego blanqueados con agua oxigenada. Sobre la base de los estudios osteológicos la mayor cantidad de diferencias se encontraron en el neurocráneo y branquiocráneo: en las regiones olfatoria, ótico-occipital, oromandibular y en el arco

palatocuadrado. También se observaron diferencias en el número de espinas y radios de las aletas dorsal y anal.

Palabras clave: osteología, sistemática, Pinguipedidae.

ABSTRACT

The present paper deals with the comparative analysis of the osteology of two sandperches, *Pinguipes brasilianus* and *Pseudoperca semifasciata* (Pinguipedidae), living in the Argentinian shelf. Differences in morphology (both intra and interspecific), in coloration pattern and geographic distribution are described. The osteological characteristics of both species are compared with those of other Pinguipedidae genera. The samples (14 specimens of *Pinguipes brasilianus* and 28 of *Pseudoperca semifasciata*) were obtained during cruises carried out by the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) in 1993. Bones were cleaned through coction and bleached with hydrogen peroxide. The main osteological differences were found in the neurocranium and branchiocranium: in olfactory, ótico-occipital, oromandibular regions and in the palatine arch. Differences in the spines and rays numbers in dorsal and anal fins were also observed.

Key words: fishes, osteology, systematics, Pinguipedidae.

INTRODUCCION

El esqueleto óseo es considerado en ictiología como uno de los caracteres más eficaces para distinguir entre especies próximas y aún para formular propuestas de categorías taxonómicas de mayor nivel.

El presente trabajo se refiere a dos especies de peces de la familia Pinguipedidae: el chanchito, *Pinguipes brasilianus* (Cuvier, 1829) y el salmón de mar, *Pseu-*

doperca semifasciata (Cuvier, 1829). El nombre científico del primero se mantiene sin variaciones desde que fue creado, pero el segundo ha experimentado toda clase de cambios y combinaciones, tanto a nivel genérico como específico hasta el punto de haber contado en un momento con cuatro denominaciones diferentes (Gosztonyi, 1981; Menni *et al.*, 1981; 1984; Menezes & Figueiredo, 1985). Por otra parte, con frecuencia se ha puesto el nombre

de otro, tanto común como científico, y se los confunde por lo menos en su etapa juvenil. La denominación científica que figura más arriba fue tomada de Menezes & Figueiredo (1935). Estos autores expresaron que *Pseudopercis semifasciata* se encuentra entre los 50 y 100 m de profundidad y se distribuye desde el estado de Sao Paulo (Brasil) hasta el golfo San Jorge (Argentina). Con respecto a *Pinguipes brasilianus* se capturan entre los 60 y 150 m de profundidad, desde el norte del estado de Río de Janeiro (Brasil) hasta el golfo Nuevo (Argentina). Observaciones en campañas de investigación realizadas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) llevan la distribución de esta última especie hasta el golfo San Jorge.

En Argentina se han hecho algunos trabajos sobre aspectos de la biología del salmón de mar, como crecimiento (Elías & Burgos, 1988) y reproducción (Macchi *et al.*, MS), pero no hay antecedentes sobre estudios de los caracteres osteológicos de ninguna de las dos especies.

El presente trabajo tiene por objeto analizar las características del esqueleto de las dos especies, destacar diferencias morfológicas intra e interespecíficas y comparar su osteología con la de otros géneros de la misma familia.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con material proveniente de las campañas de investigación que llevó a cabo el INIDEP durante 1993.

Se analizaron 14 chanchitos, con tallas de entre 21 y 39 cm, capturados en el litoral uruguayo y 28 salmones de mar con un rango de 30 a 104 cm de longitud total, procedentes de las costas bonaerenses.

De cada ejemplar se consideraron además del esqueleto los siguientes caracteres: longitud total, número de radios y espinas de las aletas y número de vértebras, como así también patrón de coloración y distribución.

Los huesos fueron limpiados aplicando agua hirviendo, desengrasados con tetracloruro de carbono y blanqueados con agua oxigenada. Los dibujos se realizaron en tamaño original.

Para la nomenclatura de los elementos óseos se siguió a Cervigón (1980).

RESULTADOS

Análisis comparativo de los caracteres osteológicos.

Si bien la osteología de *Pseudopercis semifasciata* es muy parecida a la de *Pinguipes brasilianus*, se han observado diferencias en algunas regiones, tal como se indica a continuación.

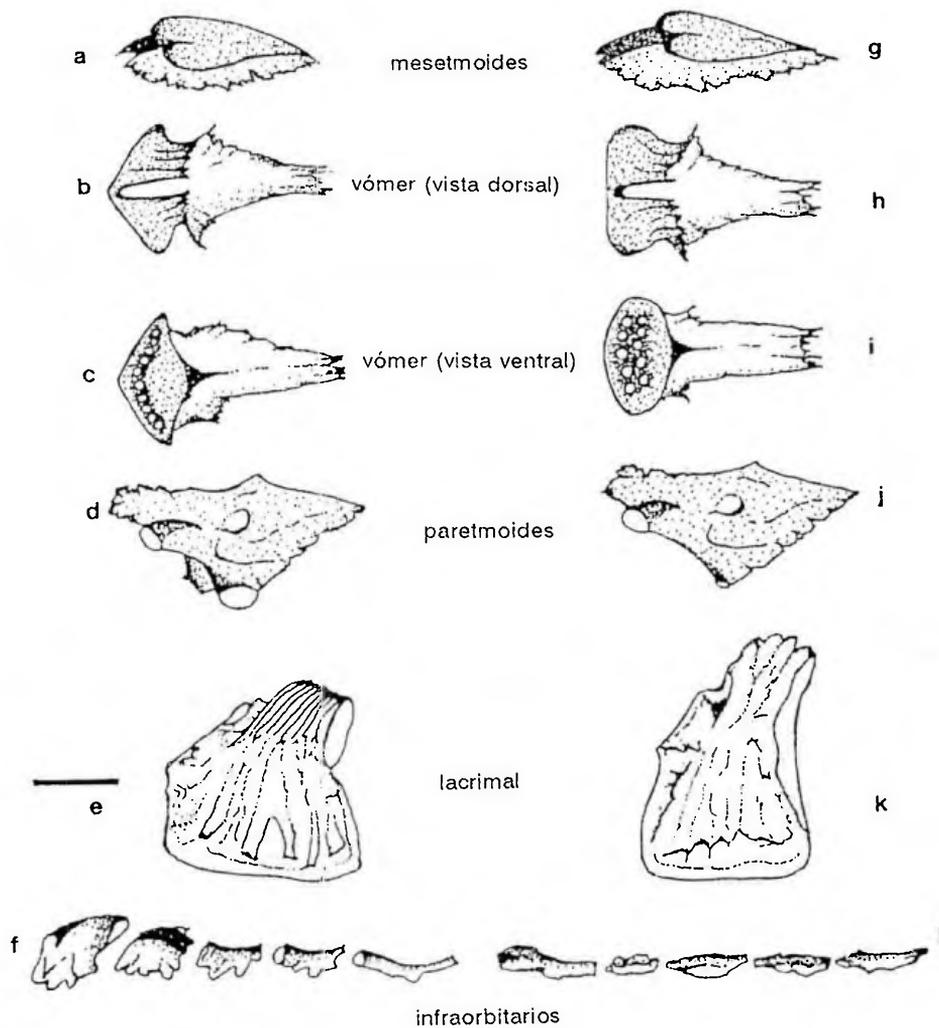


Figura 1: Regiones olfatoria y orbitaria. a-f, *Pseudoperca semifasciata*; g-l, *Pinguipes brasilianus*.

Neurocráneo

Región olfatoria

El mesetmoides del chanchito es más alargado que el del salmón de mar (figs. 1a y 1g).

El vómer de ambos géneros se diferencia porque la cabeza y el parche de dientes son cuadrangulares en el chanchito y triangulares en el salmón de mar (figs. 1b y 1h). En cuanto a la dentición, si bien en ambos casos está compuesta por estructuras cónicas, en el chanchito se encuentran en dos hileras, con 4 a 6 dientes cada una, pudiéndose observar los dientes de la hilera externa, que son los de mayor tamaño, en vista ventral y lateral; en el salmón de mar en cambio, se encuentra una sola hilera de aproximadamente 10 dientes, sólo visibles ventralmente (figs. 1c y 1i).

En los paretmoides, el margen convexo entre los procesos donde se articulan los palatinos y lacrimales es más pronunciado en el chanchito (figs. 1d y 1j). En el salmón de mar se observa que el proceso posterior presenta una extensión ventral, ausente en el chanchito.

Región orbitaria

Los lacrimales del chanchito son rectangulares y de mayor tamaño. Si bien su mitad inferior es similar en ambos géneros, en el chanchito presentan una extensión dorsal, de igual espesor que el resto del hueso, que los hace dos

veces más altos que los lacrimales del salmón de mar. Sobre la superficie dorsal se observan cinco canales transversales en el chanchito y seis en el salmón de mar (figs. 1e y 1k).

Los infraorbitarios de los chanchitos son estructuras pequeñas, tubulares, de bordes redondeados, todas del mismo espesor. En los salmones en cambio, dichas piezas tienen bordes angulosos y de distintos espesores, disminuyendo de tamaño desde el lacrimal hasta la parte posterior del ojo (figs. 1f y 1l).

Región ótico-occipital

Los extraescapulares ventrales se diferencian en las cabezas: delgadas y con bordes angulosos en el salmón de mar; anchas y redondeadas en el chanchito (figs. 2b y 2g).

Los pteróticos de ambas especies se distinguen porque en el chanchito el foramen a través del cual pasa la rama de la línea lateral que va a la cabeza, es aplanado, en oposición al del salmón de mar que es redondeado y porque las superficies de articulación con los hiomandibulares son más profundas en el chanchito (figs. 2c y 2h).

En los proóticos del salmón de mar, el margen anterior a los forámenes a través de los cuales pasan los nervios trigémino y facial es liso, en tanto que en el chanchito presenta una pequeña

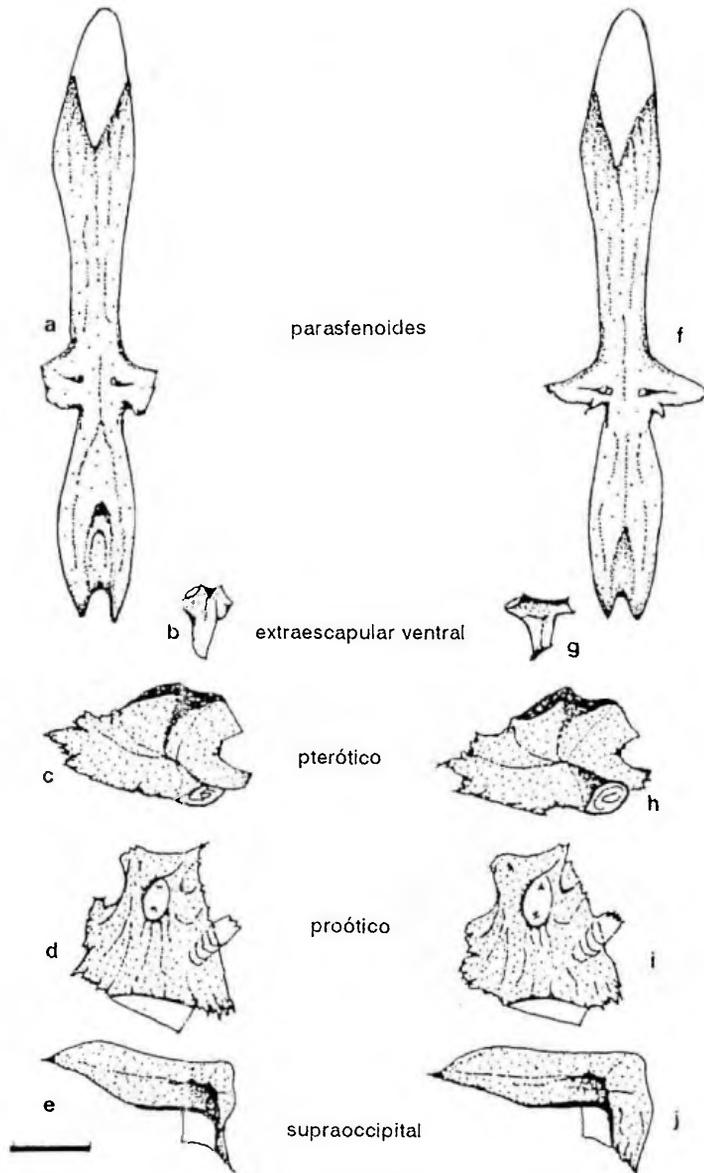


Figura 2: Regiones basicraneal y ótico-occipital. a-e, *Pseudoperca semifasciata*; f-j, *Pinguipes brasilianus*.

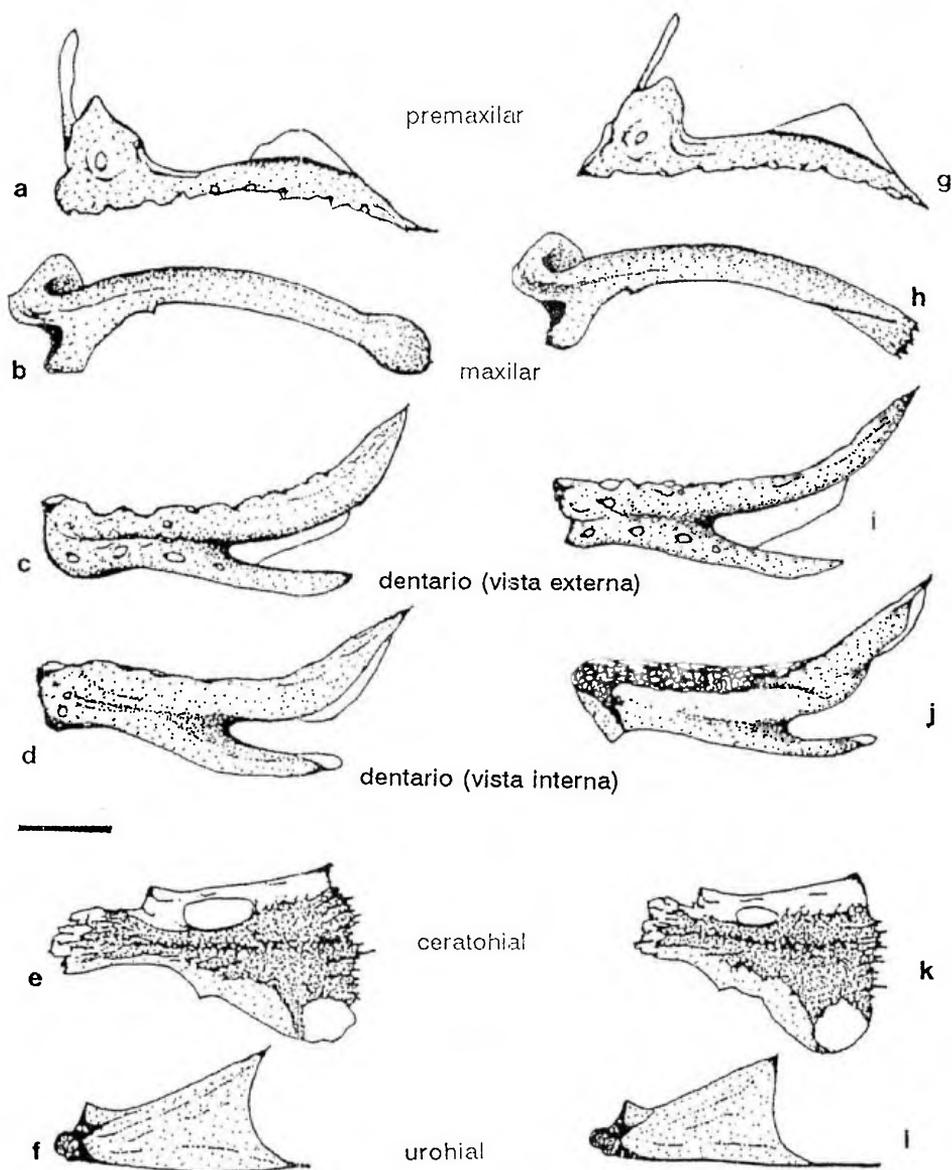


Figura 3: Región oromandibular y arco hioideo. a-f, *Pseudoperca semifasciata*; g-l, *Pinguipes brasilianus*.

proyección sobresaliente (figs. 2d y 2i).

El supraoccipital del salmón de mar tiene una cresta más expandida, especialmente en la región posterior, por lo que la superficie dorsal posterior del neurocráneo se observa un poco más elevada en el salmón de mar que en el chanchito (figs. 2e y 2j).

Región basicraneal

En el parasfenoides los procesos ascendentes tienen forma cuadrangular en el salmón de mar y triangular en el chanchito (figs. 2a y 2f).

Branquiocráneo

Región oromandibular

En los premaxilares del salmón de mar, el proceso ascendente forma un ángulo recto con la base; en cambio en el chanchito, dicho proceso se encuentra inclinado hacia atrás y el ángulo que forma es agudo (figs. 3a y 3g).

Los maxilares del salmón de mar presentan el borde redondeado en su extremo posterior mientras que en el chanchito tienen borde recto y una elevación central que los recorre en toda su longitud (figs. 3b y 3h).

En los dentarios, el extremo anterior es cuadrangular, con el margen prácticamente recto en el salmón de mar y oblicuo en el chanchito (figs. 3c, 3d, 3i y 3j). La rama superior, en el chanchito

es delgada y se dirige hacia arriba de manera más abrupta, alcanzando mayor altura. En ambas especies es la que porta los dientes: una fila con 15 a 20 piezas cónicas en el margen del hueso y un parche de dientes viliformes. Este último en el salmón de mar sólo ocupa el borde pero en el chanchito se extiende sobre el borde y la superficie interna del hueso.

Arco palatocuadrado

Los palatinos presentan una superficie plana, basal, que se extiende hacia atrás formando un proceso aguzado; su borde inferior es liso en el chanchito, pero en el salmón de mar tiene una escotadura que delimita un segundo proceso aguzado más pequeño (figs. 4a y 4h). En el salmón de mar los dientes son pequeños y se encuentran en una sola hilera, en la superficie ventral. En el chanchito se distribuyen ventrolateralmente, en dos hileras de 3 o 4 dientes cada una, por lo que también pueden ser observados en vista dorsal y lateral.

Los mesopterigoides del chanchito son más angostos y de extremos más rectos que los del salmón de mar (figs. 4b y 4i). Sus superficies ventrales presentan un engrosamiento longitudinal que termina en una pequeña proyección aguzada, ausente en el salmón de mar.

Los ectopterigoides de ambas especies se diferencian porque en el salmón de mar las dos barras

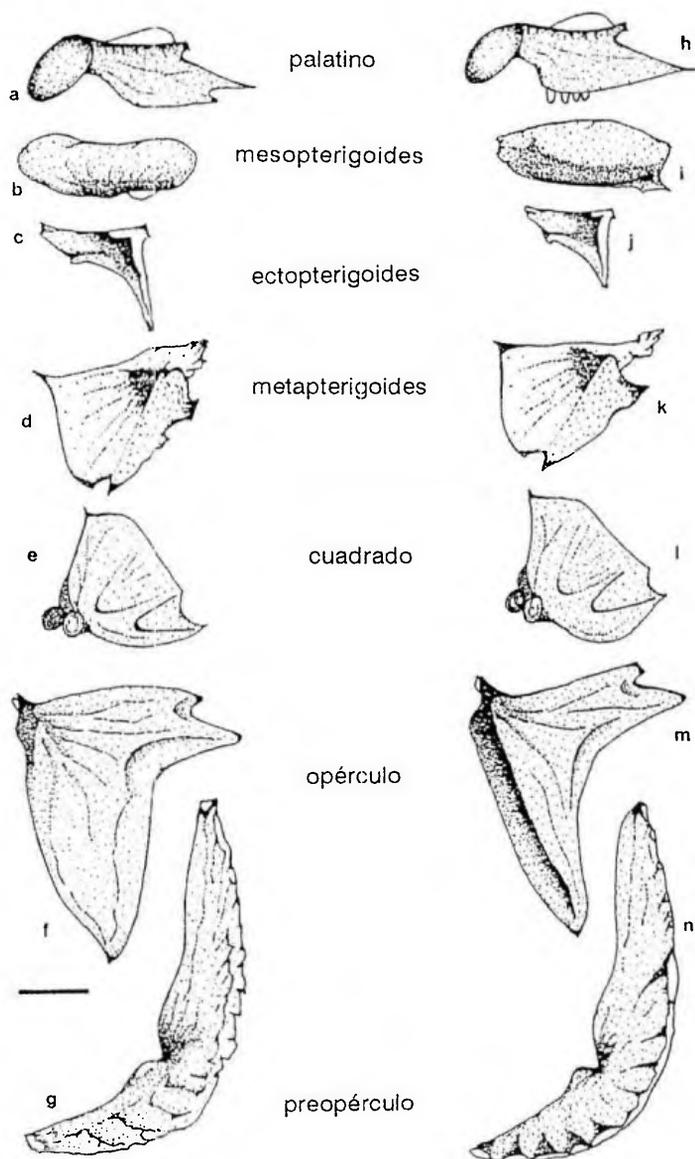


Figura 4: Arco palatocaudado y región opercular. a-g, *Pseudopercis semifasciata*; h-n, *Pinguipes brasilianus*.

tienen aproximadamente la misma longitud, en cambio en el chanchito la barra dorsal es más larga que la posterior (figs. 4c y 4j).

Los metapterigoides de los chanchitos se caracterizan porque tienen sus bordes prácticamente rectos. En los salmones en cambio, en el margen dorsal, se encuentra una pequeña proyección laminar (figs. 4d y 4k).

Los cuadrados presentan en su superficie ventral dos rebordes laterales, que en el salmón de mar son de igual espesor, por lo que dicho margen se observa recto; pero en el chanchito el reborde dorsal es más grande y se extiende sobre el ventral, otorgando a dicho margen un aspecto ondulado (figs. 4e y 4l).

Arco hioideo

Los extremos anteriores de los ceratohiales del salmón de mar son de mayor longitud que los del chanchito (figs. 3e y 3k).

En el urohial del chanchito el margen ventral es más largo que el dorsal; en cambio en el salmón de mar ambos bordes terminan a la misma altura (figs. 3f y 3l).

Región opercular

Los opérculos del chanchito se diferencian de los del salmón de mar porque el borde superior es cóncavo y no convexo. Además, en el chanchito, el borde posterior tiene una escotadura más pronunciada y la superficie ventral presenta un ancho reborde

(figs. 4f y 4m).

Los preopérculos de ambas especies presentan diez forámenes, que en el salmón de mar se encuentran sobre la cara externa del hueso, en cambio en el chanchito se ubican en el margen posterior (figs. 4g y 4n).

Arcos branquiales

Los infrafaríngeobranquiales son unos huesecillos muy pequeños que conectan el primer epi-branquial con el neurocráneo, se diferencian porque son rectos en el salmón de mar y con forma de L invertida en el chanchito (figs. 5a y 5d).

Columna vertebral

La columna vertebral del chanchito presenta 36 vértebras, dos más que la del salmón de mar.

Aletas pares

Cintura escapular

Los supracleitra del chanchito tienen forma triangular, en cambio los del salmón de mar son ovalados (figs. 5b y 5e).

Aletas impares

La aleta dorsal del chanchito está formada por siete espinas y veintisiete radios, cada uno de los cuales se encuentra sobre un pterigióforo proximal; sólo las dos primeras espinas se apoyan juntas sobre una misma base, al igual

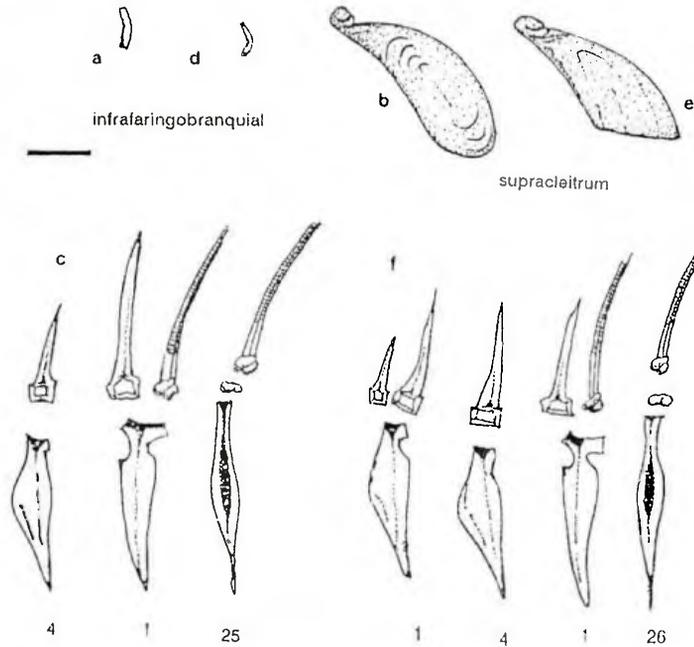


Figura 5: Arcos branquiales, cintura escapular y aleta dorsal. a-c, *Pseudoperca semifasciata*; d-f, *Pinguipes brasilianus*.

que la última espina y el primer radio (fig. 5f). La dorsal del salmón de mar presenta cinco espinas y veintiseis radios, sostenidos cada uno de ellos, por un pterigióforo proximal, a excepción de la última espina y el primer radio que se ubican sobre la misma base (fig. 5c).

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible establecer algunas diferencias con las observaciones osteológicas realizadas por Rosa (1987) para estas dos especies.

Con relación a la dentición en el vómer, Rosa (1987) indica que tanto el chanchito como el salmón

de mar presentan una fila de dientes molariformes: en el primer caso seguida por una hilera interna de piezas cónicas de menor tamaño. En el caso del chanchito, hace referencia a un trabajo de Nakamura (1986) quien observó dientes viliformes. En el presente trabajo, en la descripción de las dos especies, se hizo referencia a la presencia de una hilera de dientes cónicos, caniniformes, seguida por varias filas de dientes viliformes.

Rosa (1987) establece que en los opérculos, el margen posterior es liso, con dos espinas en el ángulo superior, recubiertas por

piel; la espina superior es roma y la inferior punzante. Según estas autoras lo que más diferencia a ambas especies es que en el chanchito la espina inferior es dos veces más larga que la superior. En este trabajo se observaron otras diferencias: el borde superior es convexo en los salmones de mar y cóncavo en los chanchitos y la superficie ventral en estos últimos presenta un ancho reborde (figs. 4f y 4m).

En la cintura pélvica, Rosa (1987) observó un proceso post-pélvico largo en los salmones de mar y afilado en los chanchitos. En este trabajo no se observaron diferencias entre las placas pélvicas de ambas especies.

En la descripción del esqueleto caudal hay una diferencia en la nomenclatura de los huesos: Rosa (1987) indica que en todos los pinguipedidos sudamericanos hay seis hipurales libres, mientras que en este trabajo se considera que son cinco; esto se debe a que Rosa (1987) toma al parahipural como hipural 1.

Otras características diferenciales

Coloración

Como entre los chanchitos observados no se encontraron juveniles, la descripción que se realiza a continuación corresponde a individuos adultos. Es importante destacar que el patrón de coloración es igual en ambos sexos.

La coloración básica del cuerpo es parda, uniforme en el dorso, hasta la altura de la línea lateral, por debajo de la cual se torna cada vez más clara, observándose el vientre blanco. En los flancos, desde la base de la aleta pectoral hasta el centro del pedúnculo caudal, presenta una serie de siete pares de barras marrones, separadas por un espacio más claro, que se extienden desde la base de la aleta dorsal hasta el vientre, prolongándose por debajo de la línea lateral. En la cabeza se encuentran algunos lunares amarillos, muy pequeños, debajo de los ojos y en la región opercular.

La aleta dorsal es color marrón con el borde amarillo y manchas negras en la parte superior. La aleta anal es más clara que la dorsal, con el borde oscuro.

Las aletas pectoral, pélvica y caudal tienen su base parda con el margen externo más oscuro. Además, sobre el lóbulo de la caudal siempre hay presente un gran círculo negro.

En los salmones de mar, en los organismos juveniles, el color de fondo en el dorso es pardo hasta la altura de la línea lateral, por debajo de la cual, la coloración se torna cada vez más clara, siendo la zona ventral blanca. En los flancos se observan bandas horizontales y verticales: las primeras se originan en el hocico y se extienden hasta el pedúnculo caudal; dentro de los límites de la

cabeza, dichas líneas son amarillas, pero en el tronco son marrón oscuro. Las bandas verticales son seis, desde el extremo anterior de la aleta dorsal hasta el centro del pedúnculo caudal; y si bien todas se originan en la base de la dorsal, sólo las cuatro primeras se extienden hasta por debajo de la línea lateral. En algunos sectores las bandas horizontales se confunden con las verticales.

En la base de los ojos, alrededores de la boca y región opercular, hay una serie de lunares amarillos que se distribuyen formando líneas o círculos.

La aleta dorsal es color marrón con el margen más oscuro, bordeado por una línea amarilla y lunares negros entre los radios.

Las aletas pectoral, pélvica y anal presentan la base oscura, con lunares pardos y el extremo libre amarillo (sólo observable en ejemplares frescos). Además, la aleta caudal tiene en su base una mancha circular muy notoria, negra.

En los ejemplares adultos se observaron diferencias en el patrón de coloración de ambos sexos, por lo que es posible distinguir externamente machos de hembras. En los machos la coloración del cuerpo es gris oscura, uniforme, tanto en la cabeza como en el tronco, de tal manera que en los flancos apenas se distinguen las seis bandas verticales que caracterizan a los salmones de mar. En las hembras en cambio, la

coloración básica del cuerpo es parda, con algunos lunares amarillos en la cabeza y las bandas verticales laterales bien diferenciadas.

Tamaño

Los salmones de mar pueden alcanzar tamaños que superen el metro de longitud, con una talla de primera madurez de 37 cm (Elías & Burgos, 1988). Los chanchitos en cambio, son de menor tamaño: el ejemplar más grande examinado, medía 39 cm de longitud.

Si bien no se cuenta con información sobre la talla de primera madurez de los chanchitos, dentro de los organismos estudiados se pudo observar que tallas de 39 cm corresponden a individuos juveniles en los salmones de mar y a individuos maduros en los chanchitos.

DISCUSION

Eschmeyer (1990) establece que los géneros reconocidos dentro de la familia Pinguipedidae son los siguientes: *Cheimarrichthys* Haast, 1874; *Kochichthys* Kamohara, 1961; *Parapercis* Steindachner, 1884; *Pinguipes* Cuvier, 1829; *Porteridia* Fowler, 1945; *Prolatilus* Gill, 1860 y *Pseudopercis* Miranda-Ribeiro, 1903. Rosa (1987) establece que las especies presentes en América del Sur son: *Prolatilus jugularis* y

Pinguipes chilensis, que se distribuyen a lo largo de la costa del Perú y Chile; *Parapercis dockinsi* que se encuentra en las proximidades de la isla Juan Fernández (Chile); *Pinguipes brasilianus* y *Pseudopercis semifasciata* que se extienden desde el SE de Brasil hasta la Patagonia (Argentina) y *Pseudopercis numida* que se encuentra desde la costa de Río de Janeiro hasta Santa Catalina (Brasil). Las especies presentes en Nueva Zelanda, según McDowall (1973) son: *Cheimarrichthys fosteri*, *Parapercis colias* y *Parapercis gilliesi*. Las otras especies de la familia son: *Parapercis sexfasciata* que se encuentra en el Mar del Japón; *Parapercis ramsayi* en el sur de Australia y *Parapercis muronis* en Japón y Formosa (Schultz, 1968, citado por McCosker, 1971). El neurocráneo de los pinguipedidos, si bien es semejante en su aspecto general, presenta algunas diferencias notables, tanto a nivel genérico como interespecífico. Según Rosa (1987) en *Parapercis dockinsi* el techo craneal, por detrás de las órbitas, no desciende como en la mayoría de las especies sudamericanas, sino que es convexo. En la superficie posterodorsal media de la caja craneana, el supraoccipital presenta una cresta que se extiende en toda su extensión en *Pseudopercis semifasciata* y *P. numida*, *Prolatilus jugularis* y *Pinguipes brasilianus*; o apenas en su parte posterior en *Parapercis*

dockinsi y *Pinguipes chilensis* (Rosa, 1987); en *Cheimarrichthys fosteri* no forma el techo del foramen magnum, (McDowall, 1973).

Con relación al espacio interorbitario, Rosa (1987) expresa que hay un estrechamiento cada vez más acentuado, en la siguiente secuencia de géneros: *Pseudopercis*, *Pinguipes*, *Prolatilus* y *Parapercis*. Por su parte, McDowall (1973), al estudiar las especies de Nueva Zelanda, observó que dicho espacio es más estrecho en *Parapercis colias* que en *Cheimarrichthys fosteri*.

En cuanto al lacrimonal e infraorbitarios, en las especies sudamericanas (Rosa, 1987) y en *Parapercis colias* (McDowall, 1973) acompañan el borde inferior de la órbita, formando la plataforma subocular; en *Cheimarrichthys fosteri* (McDowall, 1973) sólo se encuentran en contacto con la órbita una prolongación del lacrimonal y los infraorbitarios 5 y 6.

Por otra parte, si bien las distintas especies de pinguipedidos varían en el número de piezas dentarias, en general, portan dientes en el vómer, los palatinos, los dentarios y premaxilares, a excepción de *Prolatilus jugularis* que presenta vómer y palatinos edéntulos (Rosa, 1987). Según Nakamura (1986) *Pseudopercis semifasciata* carece de dientes palatinos, pero Rosa (1987) y las presentes autoras encuentran que dichos huesos tienen dientes en

su porción anterior.

En la región branquial los pinguipedidos sólo portan dientes en los faringobranquiales 2 a 4 y el quinto par de ceratobranquiales. Sin embargo, en *Cheimarrichthys fosteri*, McDowall (1973) además de observar dientes faríngeos en los hipobranquiales 1 y 2, en todos los ceratobranquiales y en los faringobranquiales 2 a 4, no encontró faringobranquiales en el primer arco, posiblemente porque se encuentran fusionados a los correspondientes epibranchiales; Pietsch & Zabetian (1990) indican que la reducción o ausencia de los faringobranquiales 1 y la falta de dientes hipobranquiales son caracteres derivados. El basihial tiene forma trapezoidal o de bastón (Rosa, 1987), siendo elongado en *Parapercis colias* y muy corto en *Cheimarrichthys fosteri* (McDowall, 1973). En la cintura pectoral, Rosa (1987) observó que la porción inferior del cleitrum se estrecha progresivamente en la siguiente secuencia: *Prolatilus*, *Pseudopercis* y *Parapercis dockinsi*. La escápula presenta un orificio que avanza sobre el coracoides en *Parapercis dockinsi* y se limita a la escápula en las demás especies sudamericanas (Rosa 1987) y en las neocelandesas (McDowall, 1973).

La columna vertebral está constituida por un total de 28 a 36 vértebras: 28 en *Parapercis gilliesi*; 31 en *Parapercis sexfasciata*, en *Parapercis ramsayi* y en

Parapercis muronis (McCosker, 1971), (Rosa, 1987, encontró 10 vértebras abdominales); también hay 32 vértebras (12 + 20) en *Cheimarrichthys fosteri* (McDowall, 1973); 34 (17 + 18) en *Pseudopercis semifasciata* y en *Pseudopercis numida*; 36 (15 + 21) en *Pinguipes brasiliensis* y 14 a 15 vértebras abdominales en *Prolatilus jugularis* (Rosa, 1987).

El esqueleto caudal de la mayoría de las especies está formado por elementos discretos; en *Cheimarrichthys fosteri*, McDowall (1973) encontró, que si bien es posible diferenciar los límites de los huesos, no pueden ser separados fácilmente unos de otros: de los cinco hipurales, los dos primeros se encuentran fusionados, al igual que el tercero con el cuarto y éste con el quinto, quedando un espacio libre entre los hipurales segundo y tercero. Hay un par de uroneurales, sobre los que se apoyan 3 epurales, que se encuentran fusionados a la superficie anterodorsal del quinto hipural y la base del cuarto hipural.

BIBLIOGRAFIA

- Cervigón, F. 1980. Ictiología marina. 1. Ed. Arte, Caracas. 358 pp.
- Eliás, I. & Burgos, G. 1988. Edad y crecimiento del salmón de mar, *Pseudopercis semifasciata* (Cuvier, 1829) (Osteichthyes, Pinguipedidae). Inv. Pesq., 52 (4): 533-548.

M. Herrera & M. Cousseau: Comparación osteológica de dos pinguipedidos.

- Eschmeyer, W. N. 1990. Catalogue of the general of recent fishes. Calif. Acad. Sci, 697 pp.
- Gosztonyi, A. E. 1981. Resultados de las investigaciones ictiológicas de la campaña I del B/I "Shinkai Maru" en el Mar Argentino. En V. Angelescu (ed.) Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg". Años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Contrib. INIDEP 383: 254-266.
- Macchi, G., Elías, I. & Burgos, G. E. MS. Estudios sobre la reproducción del salmón de mar (*Pseudoperca semifasciata*).
- McCosker, J. E. 1971. A new species of *Paraperca* (Pisces, Mugiloididae) from the Juan Fernández Islands. *Copeia*, 4: 632-685.
- McDowall, R. M. 1973. Relationships and taxonomy of the New Zealand torrent fish, *Cheimarrichthys fosteri* Haast (Pisces, Mugiloididae). *Jour. Roy. Soc. N. Z.*, 3 (2): 199-217.
- Menezes, N. & Figueiredo, J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). *Mus. Zool. Univ. Sao Paulo*: 45-46.
- Menni, R. C., López, H. L. & García, M. L. 1981. Lista comentada de las especies de peces colectadas durante la campaña V del B/I "Shinkai Maru" en el Mar Argentino. En V. Angelescu (ed.) Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg". Años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Contrib. INIDEP, 383: 267-280.
- Menni, R. C., Ringuelet, R. A. & Aramburu, R. H. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 359 pp.
- Nakamura, I. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. *Jap. Mar. Fish. Res. Cent.*, Tokyo, 369 pp.
- Pietsch, T. W. & Zabetian, C. P. 1990. Osteology and interrelationships of the Sand Lances (Teleostei: Ammodytidae). *Copeia*, 1: 78-100.
- Ringuelet, R. A. & Aramburu, R. H. 1960. Peces marinos de la República Argentina. Catálogo crítico abreviado. *Rev. Agro. Pub. Téc.*, 5, 141 pp.
- Rosa, I. L. 1987. Revisão sistemática das espécies Sul-americanas da família Pinguipedidae (Pisces: Trachinoidei). Tesis doctoral. Universidade Federal da Paraíba, Brasil, 196 pp.
- Rosa, I. L. & Rosa, R. S. 1987. Pinguipes Cuvier and Valenciennes and Pinguipedidae Günther, the valid names for the fish taxa usually known as *Mugiloides* and *Mugiloididae*. *Copeia*, 4: 1048-1051.

EFFECTO DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS CINÉTICAS DE LA β-D-GLUCURONIDASA.

Effect of physicochemical parameters on the kinetic characteristics of β-D-glucuronidase

Emilio Marguet, Pía Aloisi y Sandra Brunt.

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco, Facultad de Ciencias Naturales (Sede Trelew), Cátedra de Biología Celular y Molecular, Belgrano 504, (9100) Trelew, Chubut, Argentina.

RESUMEN

La β-glucuronidasa (3.2.1.31) de *Escherichia coli* K-12 fue estudiada con respecto a parámetros cinéticos. Bajo diferentes condiciones de incubación, se logró un aumento de la actividad enzimática cuando se adicionó suero humano a los medios de cultivo y no se observó diferencias significativas cuando se utilizó bilis de buey como agente selectivo de bacterias intestinales. En todos los casos el K_m determinado para *p*-nitrofenil-β-D-glucurónido fue 0,7 mM. Se observó una relación directa entre el aumento de la temperatura y la actividad en el rango comprendido entre 35 °C y 68 °C. La temperatura óptima fue 68 °C y la enzima mostró pérdida de actividad a 80 °C. La GUD de *E. coli* fue activa en el rango de pH 5,4-8,2 con un máximo de actividad a pH 6,8.

Palabras clave: β-D-glucuronidasa, parámetros cinéticos.

ABSTRACT

Escherichia coli K-12 β -glucuronidase (3.2.1.31) was studied with respect to kinetic parameters. Increase of enzymatic activity was achieved under different batch conditions, when human serum was added to culture medium to a final concentration of 1% and no significant difference was observed when ox bile was used as selective agent for intestinal bacteria. In all cases K_m determined for *p*-nitrophenyl- β -D-glucuronide was 0,7 mM. A direct relationship between the increase of temperature and activity was observed in the range between 35 °C and 68 °C. The optimum temperature for the enzymatic activity was 68 °C and the enzyme showed loss of activity at 80 °C. The *E. coli* K12 GUD was active in the following pH range values 5,4-8,2 with a highest activity at pH 6,8.

Key Words: β -D-glucuronidase, kinetic parameters.

INTRODUCCIÓN

La β -D-glucuronidasa (GUD) es una glicosidasa cuyos sustratos son el ácido β -D-glucopiranosidurónico terminal de mucopolisacáridos, otros carbohidratos complejos y β -galacturónidos (Schornburg & Salzmann, 1991; Novel & Novel, 1976).

GUD está ampliamente distribuida en la naturaleza encontrándose presente en el reino moneras en el reino animal (Brot *et al.*, 1978; Gupta & Singh, 1983) y en el reino vegetal (Davies *et al.*, 1994).

La enzima bacteriana fue descubierta en *Escherichia coli* (Buehler *et al.*, 1951), y su actividad se encuentra restringida en un 94 - 97% a esta

especie, pero también se halla presente con menor frecuencia en *Shigella spp.*, *Salmonella spp.* (Hansen & Yourassowsky, 1984), y en algunos cocos Gram positivo (Kirby & Ruoff, 1995).

Estudios detallados realizados en la cepa *E. coli* K-12 demostraron que la GUD, primera enzima de la vía de hexurónidos-hexuronatos, está codificada por el gen *uid A*, el cual presenta una región codificante de 1809 pb y su producto purificado tiene un PM de 68200 (Jefferson *et al.*, 1986). La síntesis de esta enzima inducida por β -glucurónidos, se ve amplificada cuando se adicionan glucuronatos o fructuronatos que aumentan la afinidad del inductor por los represores permitiendo el

acceso a la ARN polimerasa al promotor del gen *uid A* (Novel et al., 1974).

La detección de glicosilasas es de considerable interés para la caracterización e identificación bacteriana y en el caso particular de GUD se han desarrollado técnicas rápidas para su detección usando sustratos cromogénicos o fluorogénicos que permiten identificar *E.coli* como un indicador de contaminación fecal en alimentos, agua, muestras ambientales y fluidos biológicos (Frampton & Restaino, 1993; Manafi et al., 1991).

En el presente trabajo se determinarán condiciones físico-químicas y de cultivo que actúan sobre la expresión y actividad de la GUD. Si bien estos parámetros han sido estudiados con anterioridad, no hay uniformidad de resultados entre las distintas publicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Cepas bacterianas y condiciones de cultivo.

Los experimentos se realizaron con los extractos celulares de una cepa de *Escherichia coli* K-12, cultivada a 37 °C durante 18 hs en caldo infusión cerebro (BHI) (Merck). En todos los casos se alcanzó la fase estacionaria ($A_{600} = 0,750$).

2. Preparación de los extractos celulares.

Luego del período de incubación, las células bacterianas de 10 ml de medio de cultivo, se concentraron por centrifugación a 3000 rpm durante 5 minutos. Se desechó el sobrenadante y el concentrado fue tratado con 20 μ l de tolueno con el objeto de romper las células y liberar las enzimas. La concentración de proteínas del lisado bacteriano fue determinada por el método de Lowry (Lowry et al., 1951)

3. Ensayos enzimáticos.

La actividad enzimática presente en los extractos fue determinada utilizando como sustrato 500 μ l de *p*-nitrofenil- β -D-glucuronido (PNPG) (Sigma Chemical Co.) 3 mM en buffer fosfato 0,2 M, pH 6,8, al que se le adicionaron 10 μ l de Cl_2Mg 0,1M. Luego de 15 minutos de incubación, la reacción se detuvo con 500 μ l de CO_3Na_2 1M. El *p*-nitrofenol (PNP) liberado por la hidrólisis enzimática fue cuantificado midiendo la densidad óptica a 450 nm en un espectrofotómetro Metrolab 1700.

Para el cálculo de la actividad enzimática se usó una curva patrón de PNP (Sigma Chemical Co.) disuelto en CO_3Na_2 0,5 M. La unidad enzimática (UE) se definió como la cantidad de enzima que catalizó la conversión de 1 μ mol de PNPG a PNP por minuto y por mg de proteína bajo condiciones

específicas de pH y temperatura.

4. Determinación de la temperatura óptima y estabilidad

La actividad enzimática fue ensayada a pH 6,8 en un rango comprendido entre 35 °C y 80 °C.

5. Determinación de pH óptimo y estabilidad.

La actividad enzimática fue ensayada a 45 °C en un rango de pH comprendido entre 5,4 y 8,2. Utilizando en el rango de pH 5,4 a 6,4 buffer Citrato-Fosfato 0,2 M, en el rango de pH 6,4 a 7,4 buffer Fosfato 0,2 M y en el rango de pH de 7,4 a 8,2 buffer Tris-HCl 0,2 M.

6. Efecto de la bilis de buey sobre la actividad de la GUD.

Se determinó la actividad enzimática de la GUD, luego de realizar incubaciones según lo descrito en el punto 1, utilizando concentraciones de 5, 10, 15 y 20 g bilis de buey por 1000 ml de medio BHI.

7. Determinación de la constante de Michaelis Menten (K_m).

El K_m de la GUD fue obtenido mediante la gráfica de Lineweaver-Burk, a pH 6,8 y temperatura 45°C siguiendo los procedimientos descritos en los puntos 1, 2 y 3, utilizando tres medios de cultivo diferentes:

a- BHI.

b- BHI suplementado con suero humano (1 ml en 100 ml de medio de cultivo).

c- BHI suplementado con suero humano (1 ml en 100 ml de medio de cultivo) y bilis de buey (10 gr en 100 ml de medio de cultivo).

RESULTADOS

Temperatura óptima y estabilidad.

Como se muestra en la figura 1 el máximo de actividad de la GUD se obtuvo a los 68°C. A partir de los 70°C se observó una abrupta disminución de la actividad enzimática y a los 80°C pérdida total de la misma.

pH óptimo y estabilidad.

Como se observa en la figura 2, la enzima fue estable en el rango de pH comprendido entre 5,4 y 8,2 y presentó un máximo de actividad a pH 6,8.

Efecto de la bilis de buey sobre la actividad de la GUD.

Como muestra la figura 3, no se observaron cambios significativos en la actividad y por lo tanto en la expresión de la GUD a las distintas concentraciones de bilis de buey empleadas. No obstante se apreció un discreto pico de actividad a la concentración de 10 g/1000 ml de medio de cultivo.

E. Marguet et al.: Características cinéticas de la β -D-glucuronidasa.

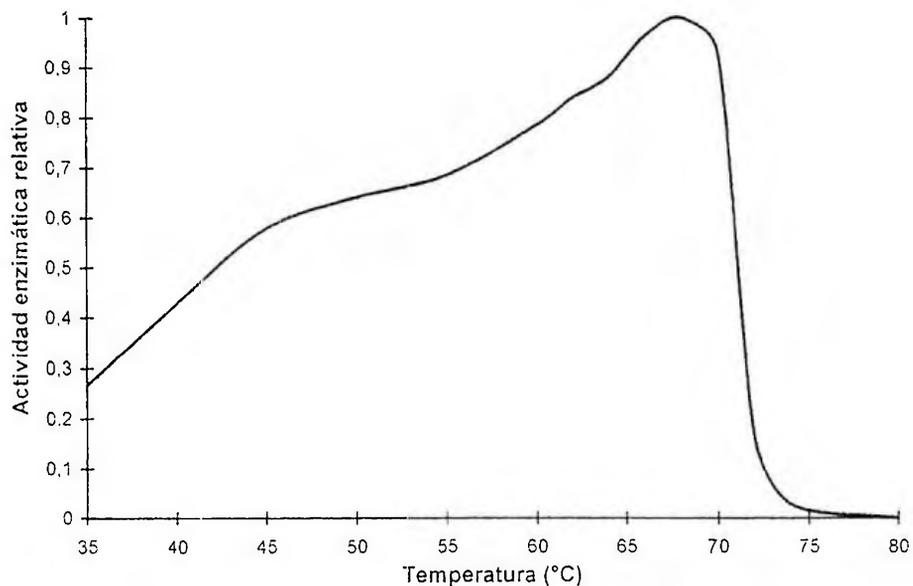


Figura 1: Actividad enzimática relativa de la β -D-glucuronidasa en función de la temperatura.

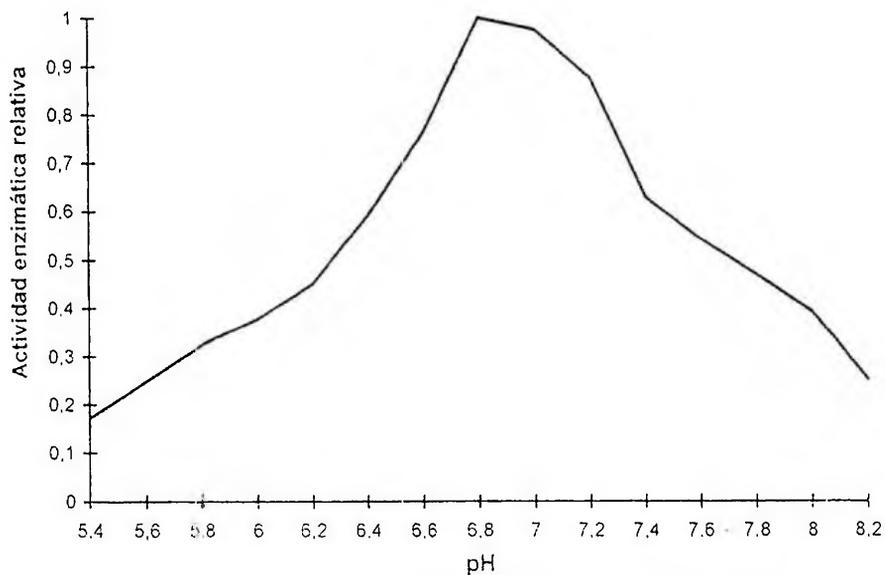


Figura 2: Actividad enzimática relativa de la β -D-glucuronidasa en función del pH.

E. Marguet et al.: Características cinéticas de la β -D-glucuronidasa.

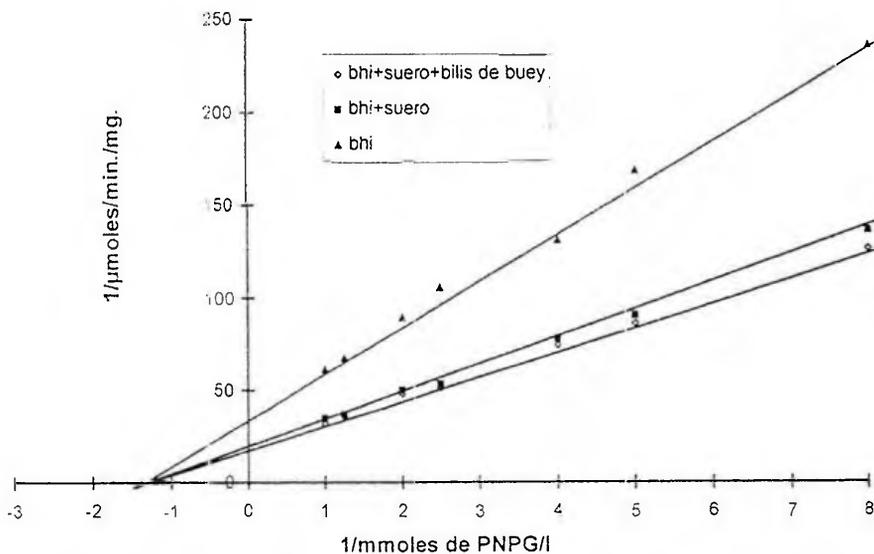


Figura 3: Efecto de la bilis de buey sobre la actividad enzimática de la β -D-glucuronidasa.

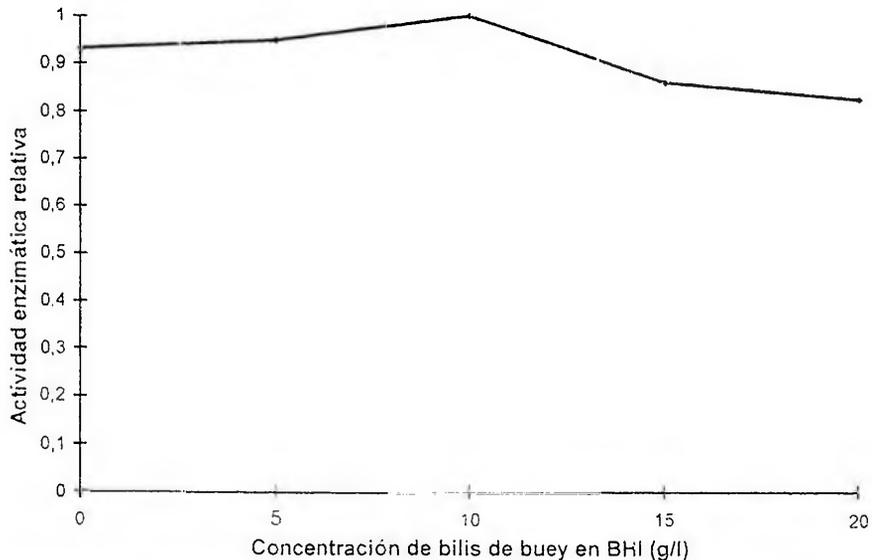


Figura 4: Determinación de la constante de Michaelis Menten (K_m) y velocidad máxima mediante la gráfica de Lineweaver-Burk bajo 3 condiciones de cultivo.

Determinación de la constante de Michaelis-Menten.

Como se muestra en la figura 4, se obtuvo un valor de K_m para PNPB igual a 0,7 mM bajo las tres condiciones de incubación empleadas. La mayor velocidad máxima se obtuvo cuando la incubación se realizó utilizando BHI suplementado con suero humano y bilis de buey, no se observó un cambio significativo con respecto a la obtenida cuando la incubación se realizó en BHI adicionado con suero humano. La menor velocidad máxima se obtuvo cuando la incubación se realizó en BHI.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La actividad de la GUD aumentó en forma proporcional a la temperatura en el rango de 35 °C a 66 °C, lográndose un máximo a los 68 °C. A 35 °C se alcanzó menos del 30% de la máxima actividad, situación que podría llevar a obtener resultados falsos negativos cuando se realizan ensayos a esta temperatura utilizando métodos de diferenciación e identificación basados en la determinación de GUD.

No obstante haberse determinado la presencia del gen *uidA* en el 97,7% de las cepas de *E. coli* (Martins *et al.*, 1993; Blanco & Gilsinger, 1985; Novel & Novel, 1976), en muchos casos la actividad enzimática no pudo ser demostrada cuando la incubación

se realizó a los 35 °C o 37 °C pero si cuando la temperatura se elevó a los 44 °C (Chang *et al.*, 1989). Según nuestra experiencia este fenómeno podría deberse a que a 44 °C se logra duplicar la actividad enzimática comparada con la obtenida a 37 °C, no descartándose un aumento simultáneo de la expresión genética.

A pH 6,8 se obtuvo la máxima actividad enzimática coincidiendo con el trabajo de Bowers (Bowers & Johnson, 1981) y discrepando con las observaciones realizadas por Kilian (Kilian & Bülow, 1979) y Hansen (Hansen & Yourassowsky, 1984), quienes consideran que el pH óptimo para la actividad de la enzima es 8,5 y 8 respectivamente. Según los resultados obtenidos en el presente trabajo existe una disminución constante de actividad enzimática cuando nos alejamos del pH óptimo, obteniéndose aproximadamente el 30% de la misma con valores de pH superiores a 8.

Con el objeto de estimar simultáneamente el número de *E. coli* se han comenzado a incluir sustratos fluorogénicos y cromogénicos para GUD en los medios de cultivos líquidos destinados a la estimación de enterobacterias por medio de la técnica del Número Más Probable (MPN) (Alvarez, 1984; Andrews *et al.*, 1987; Feng & Hartman, 1982). En estos medios la adición de bilis de buey inhibe el desarrollo de la flora indeseable, pero varían sustantivamente las concentraciones empleadas en las

distintas formulaciones. Según nuestras determinaciones la bilis de buey no ejerce una influencia negativa sobre la actividad de GUD, razón por la cual es posible utilizar altas concentraciones del inhibidor en aquellos medios de cultivo basados en la detección de GUD, evitando de esta manera la posible interferencia producida por el desarrollo de grupos bacterianos que muestran también actividad de la enzima.

Cuando se realizaron los ensayos enzimáticos utilizando como variable las condiciones de cultivo, se obtuvo, aplicando la gráfica de Lineweaver-Burk un Km igual a 0,7 mM para PNPG. La velocidad máxima obtenida de los extractos celulares de *E. coli* cuando la incubación se realizó con BHI fue 0,028 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$, 0,048 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ cuando se incubó con BHI adicionado con suero humano y 0,052 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ cuando se incubó con BHI adicionado con suero humano y bilis de buey.

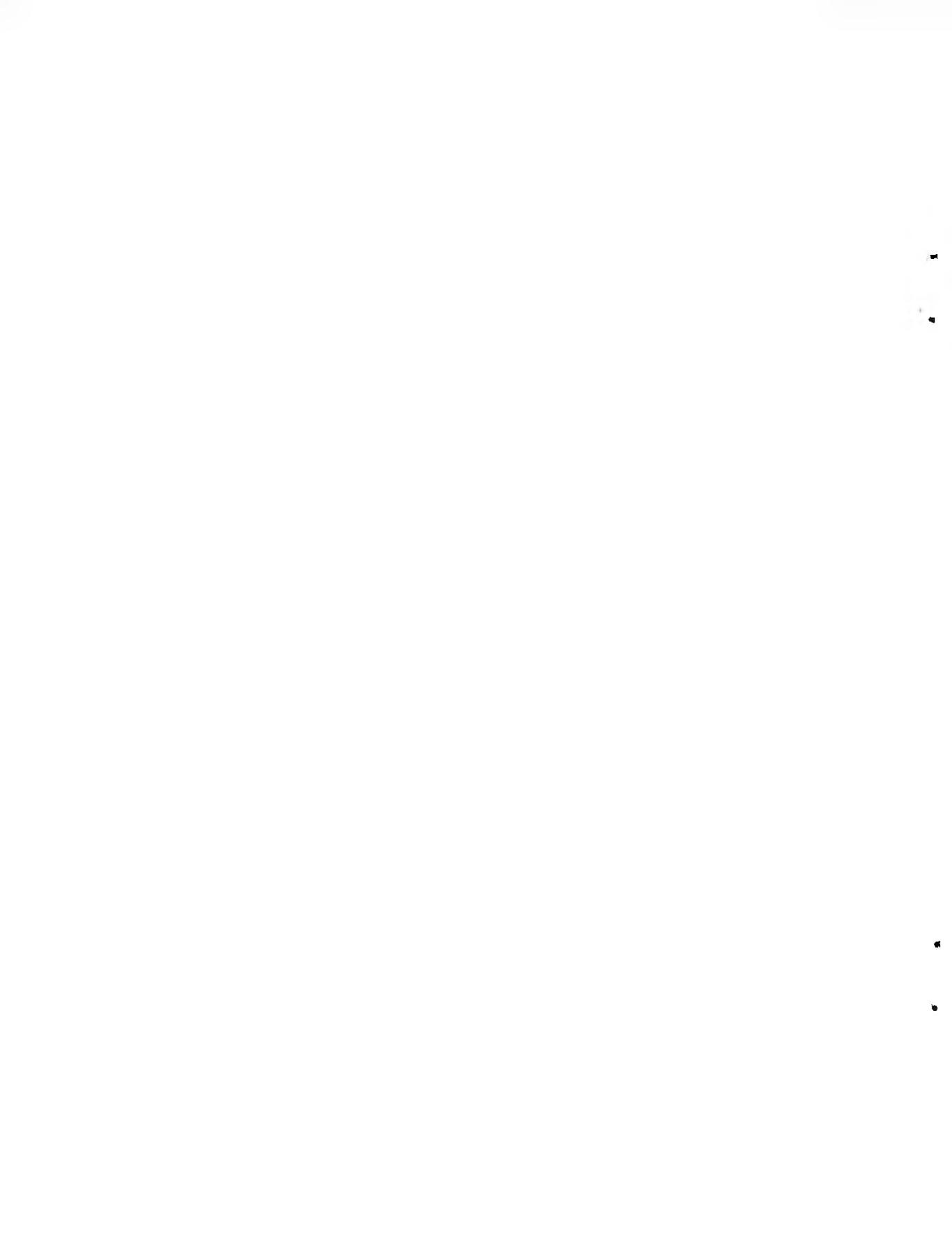
El suero humano no ejerce un efecto significativo sobre el crecimiento bacteriano o la actividad de la GUD, sin embargo en las condiciones experimentales llevadas a cabo se logra prácticamente duplicar la velocidad máxima cuando se adiciona al medio de cultivo. Esto permite pensar que el suero humano aumenta la expresión de la GUD y que los glucurónidos presentes en el mismo actúan como inductores desreprimiendo el gen *uidA*.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, R. J. 1984. Use of fluorogenic assays for the enumeration of *Escherichia coli* from selected seafoods. *J. Food Sci.* **49**: 1186-1187, 1232.
- Andrews, W. H., C. R. Wilson & P. L. Foelma. 1987. Glucuronidase assay in a rapid MNP determination for recovery of *Escherichia coli* from selected foods. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.* **70**: 31-34.
- Blanco, C., P. Ritzenthaler & M. Mata-Gilsinger. 1985. Nucleotide sequence of a regulatory region of the *uidA* gene in *Escherichia coli* K-12. *Mol. Gen. Genet.* **109**: 101-105.
- Bowers, L. D. & P. R. Johnson. 1981. Characterization of immobilized β -Glucuronidase in aqueous and mixed solvent systems. *Biochim. et Biophys. Acta.* **661**: 100-105.
- Brot, F. E., E. Bell & W. S. Sly. 1978. Purification and properties of β -glucuronidase from human placenta. *Biochemistry.* **17**: 385-391.
- Buehler, H. J., Katzman, P. A. & Doisy, E. A. 1951. Studies on β -glucuronidase from *E. coli*. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* **76**: 672-676.
- Chang, G., W. J. Brill & R. Lum. 1989. Proportion of β -D-glucuronidase-negative *Escherichia coli* in human fecal samples. *Appl. Environ. Microbiol.* **55**: 335-339.
- Davies, C. M., S. C. Apte, S. M. Peterson & J. Stauber. Plant and algal interference in bacterial β -D-galactosidase and

E. Marguet et al.: Características cinéticas de la β -D-glucuronidasa.

- β -D-glucuronidase assays. Appl. Environ. Microbiol. **60**: 3959-3964.
- Feng, P. C. S. & P. A. Hartman. 1982. Fluorogenic assays for immediate confirmation of *E. coli*. Appl. Environ. Microbiol. **43**: 1320-1329.
- Frampton, E. W. & L. Restaino. 1993. Methods for *Escherichia coli* identification in food, water and clinical samples based on beta-glucuronidase detection. J. Appl. Bacteriol. **74**: 223-233.
- Gupta G. S. & G. P. Singh. 1983. Isolation and characterization of the major form of β -glucuronidase from human seminal plasma. Biochim. et Biophys. Acta **784**: 398-404.
- Hansen, W. & E. Yourassowsky. 1984. Detection of β -glucuronidase in lactose-fermenting members of the Family *Enterobacteriaceae* and its presence in bacterial urine cultures. J. Clin. Microbiol. **20**: 1177-1179.
- Jefferson, R. A., Burgess, S. M. & Hirsh, D. 1986. β -Glucuronidase from *Escherichia coli* as a gene-fusion marker. Proc. Natl. Acad. Sci. **83**: 8447-8451.
- Kilian, M. & P. Bülow 1979. Rapid identification of *Enterobacteriaceae*. II. Use of a β -glucuronidase detecting agar medium (PGUA agar) for the identification of *E. coli* in primary cultures of urine samples. Acta Pathol. Microbiol. Scand., Sect. B **87**: 271-276.
- Kirby R. & K. L. Ruoff. 1995. Cost Effective, clinically relevant method for rapid identification of beta-hemolytic streptococci and enterococci. J. Clin. Microbiol. **33**: 1154-1157.
- Lowry O. H., N. J. Rosebrought, A. L. Farr & R. J. Randall. 1951. Protein Measurement with Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. **193**: 265-275.
- Manafi, M., Kneifel, W. & S. Bascomb. 1991. Fluorogenic and chromogenic substrates used in bacterial diagnostics. Microbiol. Rev. **55**: 335-348.
- Martins, M. T., Rivera, I. G., Clark, D. L., Stewart, M. H., Wolfe, R. L. & B. H. Olson. 1993. distribution of *uidA* gene sequences in *Escherichia coli* isolates in water sources and comparison with the expression of β -glucuronidase activity in 4-methylumbelliferyl- β -D-glucuronide media. Appl. Environ. Microbiol. **59**: 2271-2276.
- Novel, M. & G. Novel. 1976. Regulation of β -glucuronidase synthesis in *Escherichia coli* K-12: constitutive mutants specifically derepressed for *uidA* expression. J. Bacteriology. **127**: 406-417.
- Novel, G., Didier-Fichet, M. L. & F. Stoeber. 1974. Inducibility of β -glucuronidase synthesis in *Escherichia coli* K-12: pleiotropic constitutive mutations affecting *uxu* and *uidA* expression. J. Bacteriology. **127**: 418-432.
- Schomburg, D. & M. Salzman. 1991. Enzyme handbook. Class 3. hidrolases, β -glucuronidase. Springer-Verlag, Berlin.



**ESTUDIOS DE BASE EN LA BAHIA DE PUERTO MADRYN
(GOLFO NUEVO, CHUBUT): PIGMENTOS
FOTOSINTETICOS.**

**Baseline study in Puerto Madryn Bay (Golfo Nuevo,
Chubut): Photosynthetic pigments.**

Catalina T. Pastor y Luis O. Bala

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
Centro Nacional Patagónico. Boulevard Brown s/n. (9120), Puerto
Madryn, provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la evolución de los pigmentos fotosintéticos, clorofila *a* y feofitina en superficie durante una serie continua de 24 muestreos mensuales (marzo de 1991 a febrero de 1993), en dos localidades de la bahía de Puerto Madryn, golfo Nuevo (Chubut, Argentina). De la comparación entre ambas localidades se concluye que no existen diferencias significativas para las concentraciones de clorofila *a*. Al contrastar parte de la serie de valores obtenidos (julio de 1991 a agosto de 1992) para clorofila *a* con una serie previa (julio de 1975 a agosto de 1976), se determina que las concentraciones de pigmentos son significativamente mayores que 15 años antes. Un análisis de regresión múltiple "stepwise" de la concentración de clorofila *a* en función de diferentes parámetros físicos y químicos para una de las localidades (Golfito), encontró que los valores de clorofila *a* pueden ser explicados adecuadamente por la cantidad de lluvia caída durante el mes previo a

C. Pastor y L. Bala: Pigmentos fotosintéticos en golfo Nuevo.

las mediciones. Para la otra localidad (muelle Alte. Storni) la concentración de clorofila *a* puede explicarse en función de la concentración de nutrientes, salinidad, lluvias previas y radiación. Se discute la influencia de la lluvia en el incremento de la clorofila *a* hallado.

Palabras claves: Clorofila *a*, feofitina, nutrientes, radiación, lluvia, viento, golfo Nuevo, Mar Argentino.

ABSTRACT

The evolution is presented of the surface concentrations of photosynthetic pigments, chlorophyll *a* and phaeophytin during a continuous period of twenty-four months (3/91-2/93) in two localities of Puerto Madryn Bay, Nuevo Gulf (Chubut Province, Argentine). From the comparative study of the two localities it can be concluded that there are no significant differences between chlorophyll *a* values. When comparing the series obtained for chlorophyll *a* in this paper with a previous one (7/75-8/76) it can be stated that they have increased in relation to those observed fifteen years earlier. A stepwise multiple regression analysis of chlorophyll *a* concentration values at Golfito locality on chemical and physical water parameters shows that the observed chlorophyll values are explained by rainfall during the previous period. In the other locality (Alte. Storni Pier), the chlorophyll *a* values are related to nutrients concentrations, salinity, rainfall and radiation. The influence of rain in increasing chlorophyll *a* values is discussed.

Key words: Chlorophyll *a*, phaeophytin, nutrients, radiation, rain, wind, Nuevo Gulf, Argentine Sea.

INTRODUCCION

Los trabajos relacionados al estudio de la clorofila *a* en la bahía de Puerto Madryn son escasos. De Vido de Mattio y Esteves (1978), dan los primeros datos continuos, de concentraciones de clorofila *a* junto a la de nitratos, nitritos, fosfatos, temperatura y

oxígeno disuelto, para el muelle Alte. Storni (7/1975 - 8/1976). Esteves *et al.* (1981), continúan el monitoreo de la bahía de Puerto Madryn con un número mayor de sitios analizados (diciembre de 1977 a diciembre de 1979). Charpy-Roubaud *et al.* (1982) realizan una serie de estudios, sobre la fertilidad de los golfos

patagónicos incluyendo como sitio de muestreo una estación en el golfo Nuevo, cercana a Punta Loma (10/1977), dando datos puntuales para la misma. Los trabajos del Servicio de Estudios Oceanográficos (SEREOC) del Centro Nacional Patagónico (SEREOC, 1984a, 1984b, 1984c, 1984d, 1986a, 1986b), detallan las campañas del buque oceanográfico "El Austral" en el golfo Nuevo, llevando a cabo mediciones de clorofila *a* y contemplando dos estaciones (1 y 3) dentro de la bahía Nueva (4/1982, 6/1982, 9/1982, 11/1982, 1/1983, 4/1983). No se han hallado registros previos de concentración de feofitina en aguas de la bahía de Puerto Madryn ni tampoco trabajos que relacionen parámetros físicos y químicos con pigmentos fotosintéticos.

La concentración de clorofila *a* se ha asociado en forma directa a la producción primaria y esta a su vez a la riqueza en nutrientes del ambiente (Valiela, 1984). Las posibles variaciones de dicha producción primaria puede estar relacionada a fenómenos como el aporte natural de los ríos (Villafañe *et al.*, 1991; Santinelli & Esteves, 1993), el efecto de las lluvias (Arinardi, 1992), el de las grandes surgencias (Gonzalez-Morales & Gaxiola-Castro, 1991; Castro *et al.*, 1986; Arcos *et al.*, 1987) o bien a problemas de eutroficación de las aguas costeras, al incrementarse las

concentraciones de nutrientes como consecuencia del cultivo intensivo de la tierra y del aporte urbano (Daneri *et al.*, 1992; Vukadin, 1992; Kimor, 1992).

La bahía de Puerto Madryn por sus características de ciudad industrial, portuaria y turística y en particular por el incremento poblacional sufrido en los últimos 15 años, es en teoría una zona muy expuesta a sufrir cambios en su productividad como ecosistema biológico.

El presente trabajo pretende hacer un nuevo aporte al conocimiento de las concentraciones de clorofila *a* y feofitina de las aguas de dos localidades de la bahía de Puerto Madryn, comparando la variabilidad mensual de los pigmentos, durante 24 meses (marzo de 1991 a febrero de 1993), en ambas zonas. Se plantea también la problemática de la variación de las concentraciones de pigmentos fotosintéticos en los últimos quince años en el muelle Alte. Storni, contrastando los valores dados por De Vido de Mattio & Esteves (1978) con los actuales. Finalmente se analiza la influencia de los parámetros físicos (lluvia previa, viento previo, radiación previa, temperatura y salinidad) y químicos (nitratos, nitritos, fosfatos y amonio) sobre la producción primaria en el período estudiado.

Este trabajo ha sido realizado con el financiamiento de un proyecto PID (CONICET) denomi-

nado: Biodeposición de *Aulacomya atra atra* (Molina) y sus efectos sobre poblaciones de organismos sublitorales de la bahía Nueva, golfo Nuevo.

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. E. Labraga y a su grupo de trabajo, por facilitarnos los datos de lluvia y viento. También queremos agradecer a la Dirección de Puertos por facilitar el acceso al muelle Alte. Storni, a la estación meteorológica de INTA Trelew, por los datos de radiación solar y al personal técnico del Servicio de Química del Centro Nacional Patagónico por el análisis de las muestras.

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron un total de 24 campañas con periodicidad mensual, desde marzo de 1991 hasta febrero de 1993, las zonas elegidas para los muestreos fueron el muelle Alte. Storni (profundidad: 13 m) y "El Golfito" (profundidad: 10 m), a 500 m de la costa, frente a la localidad de Punta Cuevas. La bahía de Puerto Madryn y las zonas de muestreo estudiadas han sido descritas en detalle en Pastor & Bala (1995).

Mediante el uso de una botella Van Dorn se tomaron tres muestras mensuales de agua subsuperficial (0,3-0,5 m). Cada muestra (1000 ml) fue filtrada a través de un filtro Millipore de 0,45 μm con MgCO_3 . Los filtros

con el material retenido fueron congelados a -20°C y mantenidos en oscuridad hasta su análisis. Los análisis se realizaron según el método fluorimétrico descrito en Strickland & Parsons (1972), con un fluorómetro Turner 111. Las concentraciones de pigmentos fueron expresadas en mg m^{-3} .

Los valores de clorofila *a* para ambos sitios de muestreo fueron comparados mediante un análisis de la varianza en bloques completos al azar (comparaciones apareadas), siguiendo las recomendaciones dadas por Sokal y Rohlf (1981). Asimismo, se compararon por el mismo método, la serie de valores de clorofila obtenida para el muelle Alte. Storni (julio de 1991 a agosto de 1992), con los datos publicados por De Vido de Mattio & Esteves (1978), serie que va desde julio de 1975 a agosto de 1976, para la misma zona. Los análisis fueron precedidos de la comprobación de homogeneidad de varianzas mediante pruebas de "log-anova" (Sokal & Rohlf, 1981).

Los valores de viento se expresan en Km h^{-1} y corresponden al valor medio de los 30 días previos a la toma de datos.

Los valores de lluvia se expresan en mm y corresponden al total de precipitación caída durante los 30 días previos a las campañas. Los mismos fueron registrados junto a los valores de viento en la estación meteorológica automática

del Centro Nacional Patagónico.

Los datos de radiación corresponden a la radiación solar global diaria sobre plano horizontal, obtenida con un piranómetro (Kipp & Zonen CM-5) en las cercanías de la ciudad de Trelew, dado que no se tienen registros para Puerto Madryn en ese período. Los valores de radiación se expresan en $MJ\ m^{-2}$ y son el valor medio de los 15 días previos a los muestreos. Dado que para cada mes, los días de muestreo en cada localidad fueron diferentes, el valor mensual medio de radiación por localidad resultó ser levemente distinto.

Para estudiar la relación entre la concentración de clorofila *a* y parámetros físicos (salinidad, lluvia previa, viento previo, radiación previa y temperatura) y químicos (concentración de nitratos, nitritos, fosfatos y amonio) se llevó a cabo para cada sitio de estudio, una regresión múltiple paso a paso, previa comprobación de ausencia de multicolinealidad a través del análisis de los factores de inflación de la varianza (Sokal & Rohlf, 1981). La selección de variables se hizo de acuerdo a las reglas indicadas por Chatterjee & Price (1977).

Los valores de temperatura y salinidad y los datos de nitratos, nitritos, fosfatos y amonio se describen en Pastor & Bala (1995) y corresponden a los valores medios obtenidos en el día de muestreo.

RESULTADOS

Los valores medios obtenidos para las concentraciones de clorofila *a* y feofitina en ambas zonas se grafican en las figuras 1 (A, B) y 2 (A, B). Como complemento, en la Tabla 1, se transcriben los valores medios, máximos, mínimos y desviaciones típicas, para la serie considerada (marzo de 1991 a febrero de 1993).

Para el Golfito (fig. 1 A) se observa un pico pequeño en abril ($0,78\ mg\ m^{-3}$) y uno mayor en septiembre ($1,55\ mg\ m^{-3}$) de 1991, luego durante 1992 se registra un pico alto en abril ($1,84\ mg\ m^{-3}$) y uno menor en agosto ($1,20\ mg\ m^{-3}$).

Para el muelle Alte Storni (fig. 2 A) los valores máximos de clorofila *a* se presentan en mayo ($1,57\ mg\ m^{-3}$) y octubre ($1,79\ mg\ m^{-3}$) de 1991, mientras que se repiten para 1992 en marzo ($3,23\ mg\ m^{-3}$) y septiembre ($2,16\ mg\ m^{-3}$).

En ambas zonas en los meses de diciembre o enero se observan incrementos con valores que no superan los $1,5\ mg\ m^{-3}$.

La feofitina presenta una distribución irregular a lo largo de los estudiados. En el Golfito (fig. 1 B) presenta valores máximos en junio ($0,24\ mg\ m^{-3}$), agosto ($0,72\ mg\ m^{-3}$) y diciembre ($0,38\ mg\ m^{-3}$) para 1991; que se continúan en enero de 1992 ($1,35\ mg\ m^{-3}$), marzo ($0,77\ mg\ m^{-3}$), junio ($1,05\ mg\ m^{-3}$) y diciembre ($0,38$

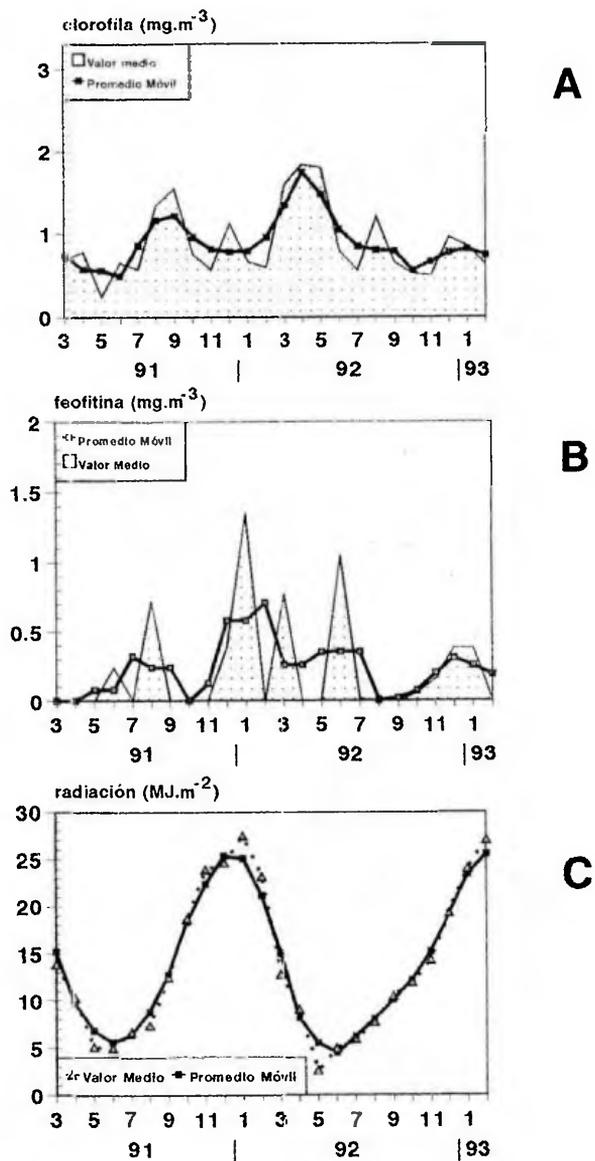


Figura 1: Golfito (marzo de 1991 a febrero de 1993). A, concentración de clorofila *a*; B, concentración de feofitina; C, valores medios de radiación.

C. Pastor y L. Bala: Pigmentos fotosintéticos en golfo Nuevo.

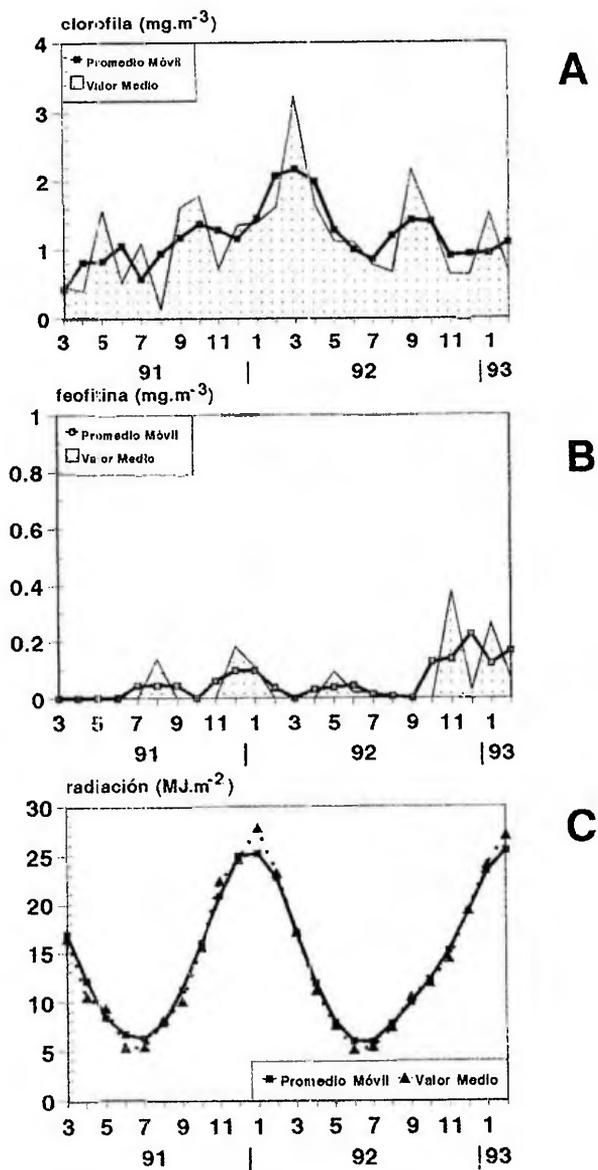


Figura 2: Muelle Almirante Storni (marzo de 1991 a febrero de 1993). A, concentración de clorofila *a*; B, concentración de feofitina; C, valores medios de radiación.

Tabla I: Concentración de clorofila **a** y feofitina (en $\mu\text{g l}^{-1}$) en las localidades estudiadas y para el período: marzo de 1991 a febrero de 1993. Valores medios (\bar{x}), mínimos (Mm), máximos (Mx), desviación estándar (s) y número de datos (N).

	Muelle Almirante Storni		Golfito	
	Clorofila a	Feofitina	Clorofila a	Feofitina
N	24	24	24	24
\bar{x}	1,180	0,053	0,893	0,239
s	0,680	0,098	0,440	0,375
Mx	3,226	0,380	1,840	1,350
Mm	0,134	0,000	0,247	0,000

Tabla II: ANOVA en bloques al azar. Comparación de las concentraciones de clorofila **a** entre localidades (muelle Alte. Storni y Golfito), para el período marzo de 1991 - febrero de 1993.

	GL	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significación
Localidades	1	0,9904	0,9904	3,8660	0,0615 NS
Meses	23	9,2618	0,4027		
Error	23	5,8921	0,2562		

mg m^{-3}). En el muelle Storni (fig. 2 B) llega a concentraciones máximas en los meses de agosto ($0,13 \text{ mg m}^{-3}$) y diciembre ($0,18 \text{ mg m}^{-3}$) para 1991, mayo ($0,10 \text{ mg m}^{-3}$) y noviembre ($0,38 \text{ mg m}^{-3}$) de 1992. Las concentraciones de feofitina halladas para el Golfito son mayores que las halladas en el muelle mientras que sus porcentajes en relación al total de pigmentos, son muy variables. En

el muelle Alte. Storni la feofitina representa la mayoría de los meses, el 1-20 % del total de pigmentos, con porcentajes altos en agosto de 1991 (50 %) y en noviembre de 1992 (37 %). En cambio, en el Golfito los porcentajes varían entre 24-67 % y solo presentan valores menores, en mayo de 1991 (1,2 %), julio de 1992 (1,7 %) y octubre de 1992 (9,7 %).

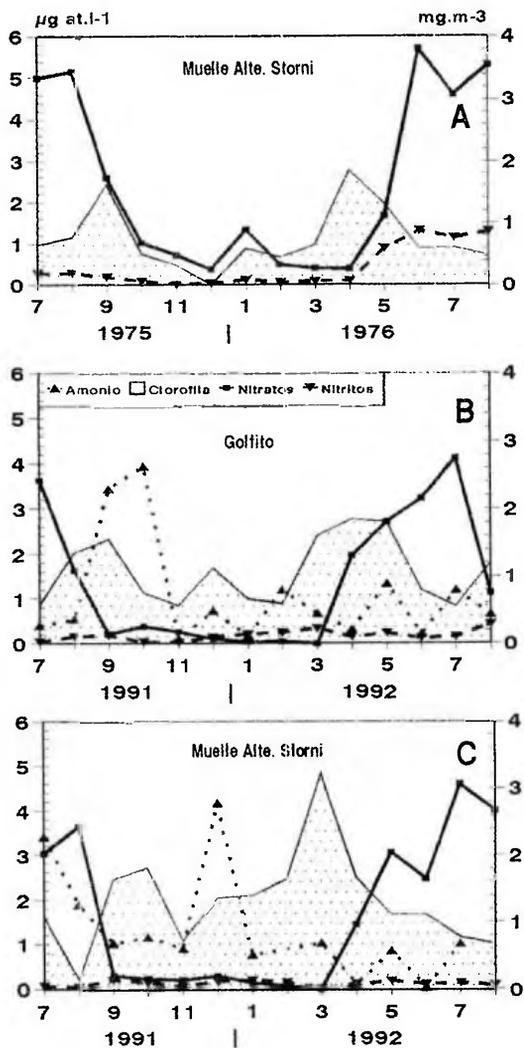


Figura 3: Concentraciones de nitratos, nitritos, amonio y clorofila *a*. A, muelle Alte. Storni, período julio de 1975 a agosto de 1976 (datos de De Vido de Mattio & Esteves, 1978); B, Goffito, período julio de 1991 a agosto de 1992; C, muelle Alte. Storni, período julio de 1991 a agosto de 1992.

Tabla III: ANOVA en bloques al azar. Comparación de las concentraciones de clorofila *a* entre períodos (julio de 1975-agosto de 1976 y julio de 1991-agosto de 1992), para la localidad de muelle Alte. Storni.

	GL	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significación
Períodos	1	1,8872	1,8872	5,1000	0,0418
Meses	13	6,3766	0,4905		
Error	13	4,8109	0,3700		

Tabla IV: Concentración de clorofila *a*. Comparación de valores hallados por De Vido de Mattio y Esteves (1978), el SEREOC (1984a, 1984b, 1984c, 1984d, 1986a, 1986b) y el presente trabajo.

Años	1975	1976	1982	1983	1991	1992
Meses						
1	----	0,590	----	0,610	----	1,390
4	----	1,850	1,980	2,050	0,400	1,650
7	0,650	0,600	0,530	----	1,080	0,770
9	1,610	----	0,600	----	1,610	2,160
10	0,510	----	----	----	1,790	1,450
11	0,320	----	1,900	----	0,720	0,640

A los fines de determinar si las dos zonas estudiadas presentan paralelismo en la evolución de la clorofila *a*, se llevó a cabo un análisis de la varianza en bloques al azar (bloques = meses). Como resultado se obtuvo (Tabla II) que no existen diferencias significativas para las concentraciones de clorofila *a* entre ambos sitios. Se observa además que si bien el promedio general de clorofila *a* en el muelle Alte. Storni es levemente mayor, presenta una varianza (Tabla I) asimismo superior.

Durante el período septiembre de 1991 a marzo de 1992, en ambos sitios, los valores de clorofila *a* nunca son menores de 0,6 mg m⁻³.

En las figuras 1 C y 2 C, se grafican las curvas de radiación. Se observa que la mayoría de los máximos de clorofila *a* se dan en un rango estrecho de radiación entre 5 y 13 MJ m⁻².

A los fines de determinar si las concentraciones de clorofila *a* son diferentes de las medidas 15 años atrás, se contrastaron los

Tabla V: Bahía de Puerto Madryn, parámetros físicos (Lluvia, viento y temperatura) para el período marzo de 1991 a febrero de 1993. Valores medios (\bar{x}), mínimos (Mm), máximos (Mx), desviación estándar (s) y número de datos (N).

	Lluvia (mm)	Viento (km h ⁻¹)	Temperatura agua (°C)	Radiación (Mj m ⁻²)
N	24	24	24	24
\bar{x}	26,358	17,061	13,606	13,660
s	31,365	2,319	2,943	7,716
Mx	132,000	21,600	19,250	27,410
Mm	0,000	13,480	9,550	2,600

Tabla VI: Bahía de Puerto Madryn, concentración de nitratos, nitritos, fosfatos y amonio ($\mu\text{g at l}^{-1}$), para el período marzo de 1991 a febrero de 1993. Valores medios (\bar{x}), mínimos (Mm), máximos (Mx), desviación estándar (s) y número de datos (N).

	Nitratos	Nitritos	Fosfatos	Amonio
Golfito				
N	24	24	24	24
\bar{x}	1,2922	0,1519	0,7967	0,9521
s	1,1867	0,1109	0,3037	1,0322
Mx	4,1325	0,4350	1,5025	3,9425
Mm	0,0000	0,0200	0,1900	0,0075
Muelle Alte. Storni				
N	24	24	24	24
x	1,4629	0,1152	0,9407	1,2347
s	1,3660	0,0570	0,2531	1,0587
Mx	4,5975	0,1950	1,6925	4,1850
Mm	0,0000	0,0000	0,4825	0,0600

valores de clorofila *a* obtenidos para el muelle Alte. Storni (julio de 1991 a agosto de 1992), con los proporcionados por De Vido de Mattio y Esteves (1978), para el período julio de 1975 a agosto de 1976 en la misma localidad. En la figura 3 (A y C) se grafican las concentraciones medias de clorofila junto a las curvas de nitratos y nitritos para los dos períodos. Como resultado del análisis se encontraron diferencias significativas entre ambas series (Tabla III), siendo mayores las concentraciones del período 1991-1992.

En la Tabla IV, se comparan los valores hallados por el SEREOC (1984a, 1984b, 1984c, 1984d, 1986a y 1986b) junto a los de De Vido de Mattio & Esteves (1978) y los del presente trabajo. Si bien los mismos no han sido analizados estadísticamente, se observa poca variabilidad entre años para cada mes en particular.

Un análisis de regresión múltiple paso a paso (backward) entre la concentración de clorofila *a* y diferentes parámetros físicos (Tabla V) y químicos (Tabla VI) para la localidad del Golfito encontró que la concentración de clorofila puede ser explicada adecuadamente teniendo en cuenta las lluvias caídas durante el mes previo a las determinaciones (Tabla VII).

Para la localidad del muelle Alte. Storni en cambio, una regresión múltiple paso a paso (backward) dió por resultado que la

concentración de clorofila se halla en función de la concentración de los nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos y amonio) y de la salinidad, las lluvias previas y la radiación (Tabla VIII).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se pueden concluir los siguientes puntos:

1. La concentración de clorofila *a* en la bahía de Puerto Madryn ha presentado, durante la serie estudiada (marzo de 1991 a febrero de 1992) como fuera descrito por Mattio & Esteves (1978), dos períodos con valores más altos: uno a fines del invierno o principio de la primavera (agosto o septiembre) y otro en otoño (marzo o abril). Estos máximos se conocen en otros ecosistemas similares, como floraciones y constituyen la respuesta de las asociaciones de algas fitoplanctónicas a un determinado intervalo de radiación solar junto a la presencia de una alta concentración de nutrientes, constituidos en general por nitratos, nitritos o amonio (Parsons *et al.*, 1984).

2. Las concentraciones de clorofila de 2-3 mg m⁻³ observadas en floraciones primaverales tanto en el período 1975-1976 como 1991-1992 pueden ser explicadas por la oferta de

Tabla VII: Golfito. Modelo seleccionado en la regresión múltiple paso a paso (backward) de las concentraciones de clorofila *a* en función de parámetros físicos y químicos.

Variable Independiente	Coefficiente	Error	Valor t	Nivel de Signif.
Constante	0,6557	0,0931	7,0430	0,0000
Lluvias	0,0090	0,0023	3,9136	0,0007

Tabla VIII: Muelle Alte. Storni. Modelo seleccionado en la regresión múltiple paso a paso (backward) de las concentraciones de clorofila "a" en función de parámetros físicos y químicos.

Variable Independiente	Coefficiente	Error	Valor t	Nivel de Signif.
Constante	85,0146	29,4136	2,8903	0,0107
Nitratos	-0,4770	0,1121	-4,2570	0,0006
Nitritos	3,8926	1,7515	2,2224	0,0410
Fosfatos	1,0271	0,4428	2,3199	0,0339
Amonio	0,2330	0,1030	2,2637	0,0378
Salinidad	-2,4863	0,8714	-2,8533	0,0115
LLuvias	0,0076	0,0043	1,7784	0,0943
Radiación	-0,0442	0,0197	-2,2442	0,0393

nitratos. En los sitios estudiados en el presente trabajo, los nitratos llegan a valores de 0-0,3 μg at l^{-1} , en los meses de septiembre-octubre de 1991, poco después de las floración primaveral y no se recuperan hasta el mes de abril de 1992 (fig. 3 A, B y C).

3. Las concentraciones de clorofila *a*, posteriores a la floración primaveral (meses de octubre de 1991 a febrero de 1992), tanto como las de floraciones otoñales que preceden al

incremento de nitratos del próximo período invernal (tanto en 1975-1976 como en 1991-1992, en ambas localidades), pueden ser explicadas primariamente por la oferta de amonios y secundariamente por la de nitritos.

Creemos que son los flujos de amonio los responsables de mantener la productividad fitoplanctónica durante el intervalo entre floraciones y los causantes de las floraciones otoñales. Lamentablemente no se tienen datos de amonio previos. Los nitritos y

amonios constituyen, para el fitoplancton, además de los nitratos, las fuentes naturales de nitrógeno, (Parsons *et al.*, 1984). El aporte de nitritos de septiembre a mayo, (fig. 3 B y C) si bien se incrementa, se presenta en concentraciones bajas de 0,1 a 0,4 $\mu\text{g at l}^{-1}$, muy similares a la halladas en el período 1975-1976 (fig. 3 A), mientras que las concentraciones de los flujos de amonio son mucho más altas (0,007 - 4,18 $\mu\text{g at l}^{-1}$) y similares a las de nitrato en los períodos invernales.

La disminución mes a mes, de estos picos de amonio nos estaría indicando que la bahía tiene una difusión alta.

Las zonas de arena favorecen el acople de los procesos de nitrificación-denitrificación/ amonificación, derivados de la degradación de la materia orgánica, constituyendo grandes reservorios de amonio en los sedimentos, por debajo de los 4-10 cm de profundidad, que se incrementan a bajas concentraciones de oxígeno y a temperaturas altas (Gerlach, 1990).

Por otro lado, las zonas costeras poco profundas, con mucha mezcla vertical, inducida por los fuertes vientos y corrientes de mareas, están generalmente asociadas a productividades primarias altas como resultado de la recirculación de nutrientes (Daborn, 1986). Consideramos posible, que este sea el caso de la bahía de Puerto Madryn. Son necesarios

más trabajos que relacionen las concentraciones de amonio, las corrientes de mareas, los vientos, la estratificación del sedimento superficial y la producción primaria.

4. Los valores máximos de clorofila *a* en la zona estudiada, se han producido en un intervalo estrecho de radiación solar, que se halla entre 5 y 13 M J m^{-2} .

5. No existen diferencias significativas para la concentración de clorofila *a* entre el muelle Alte. Storni y el Golfito, si bien puede señalarse que los valores hallados en el muelle son levemente mayores durante todo el período analizado. Es probable que esto esté relacionado a la influencia que ejerce la asociación constituida principalmente por *Aulacomya atra atra* (Molina) y otros organismos filtradores y que se ubica sobre los pilares del muelle (Pastor & Bala, 1995).

6. Los valores de clorofila *a* hallados para el muelle Alte. Storni, son significativamente mayores que los de 15 años antes.

Creemos que esto se halla directamente relacionado a las grandes precipitaciones caídas durante los años 1991-1992. Existe una correlación positiva entre la precipitación previa caída y las concentraciones de clorofila *a* en la localidad del Golfito.

Durante este período es muy probable que el amonio responsable de esta productividad sea de origen terrestre y haya sido introducido al sistema por las intensas lluvias que afectaron a ese verano. Los valores máximos de los flujos de amonio (fig. 3 B y C) coinciden con valores de precipitaciones mayores de 30 mm (Golfito: 35,3 mm en octubre de 1991; muelle Storni: 98,4 mm en diciembre de 1991). Para los meses de otoño-invierno de 1992, las lluvias continuaron aportando nutrientes (mayo de 1992 = 132 mm; julio de 1992 = 40 mm), pero no hubo respuestas en incrementos de clorofila *a*, quizás por un efecto combinado de baja temperatura y radiación.

Las lluvias en la provincia del Chubut han sido ampliamente estudiadas (Barros & Mattio, 1977; Barros *et al.*, 1979; Rivero & Seró, 1980; Rivero, 1983). Existen registros previos para la zona árida patagónica de una anomalía positiva o período lluvioso durante la década del 40, con valores de precipitación total anual del orden de los 270 mm (Barros & Mattio, 1977).

Analizando la precipitación caída durante el período estudiado, hallamos un total de lluvia de 339,2 mm desde marzo de 1991 a febrero de 1992 y de 322,5 mm desde marzo de 1992 a febrero de 1993. Ambos muy altos comparados con los registros anuales previos y con la anomalía de la

década del 40. Debemos hacer notar también la diferencia entre la precipitación producida en los períodos más productivos para el mar, por ejemplo de junio de 1991 a febrero de 1992, llovió 299,5 mm, mientras que entre 1992-1993, para igual período, el registro fue de 113,5 mm. Ambos muy altos considerando que invierno, primavera y verano no son las estaciones predominantemente lluviosas para la patagonia (Rivero, 1983).

En base a estos resultados, consideramos que las precipitaciones en las zonas costeras patagónicas pueden ser muy importantes en la regulación de la producción primaria, especialmente cuando se producen en las estaciones de invierno y verano. No obstante son necesarios más estudios durante períodos de tiempo mayores a 3 años, para poder analizar si la correlación hallada se mantiene o está relacionada solamente a años muy lluviosos.

BIBLIOGRAFIA

- Arinardi, O. H. 1992. Impact of monsoonal changes on environmental conditions in South Kalimantan coastal waters, Indonesia. En R. A. Vollenweider, R. Marchetti & R. Viviani (eds) Marine Coastal Eutrophication: 799-808.
- Arcos, D. F., Nuñez, S. P., Castro L. & Navarro, N. 1987. Variabilidad vertical de clorofila *a* en un área

C. Pastor y L. Bala: Pigmentos fotosintéticos en golfo Nuevo.

- de surgencia frente a Chile central. *Invest. Pesq. (Santiago)*, **34**: 47-55.
- Barros, V. R. & Mattio H. F. 1977. Tendencias y fluctuaciones en la precipitación de la región patagónica. *Meteorológica*, **8/9**: 237-246.
- Barros, V. R., Scian M. & Mattio, H. F. 1979. Campos de precipitación de la provincia del Chubut (Período 1931-1960). *Geoacta*, **10** (1): 175-192.
- Castro, L., Nuñez, S., Navarro, S. & Arcos, D. 1986. Variabilidad de la distribución vertical de clorofila frente a Bahía Coliumo, Chile, durante un período de surgencia, 1985. *Biota*, **1**: 177.
- Charpy-Roubaud, C. J., Charpy, L. J. & Maestrini, S. Y. 1982. Fertilité des eaux côtières nord-patagoniques: facteurs limitant la production du phytoplancton et potentialités d'exploitation mytilicole. *Oceanol. Acta*, **5** (2): 179-188.
- Chatterjee, S. & Price, B. 1977. *Regression analysis by example*. John Wiley & Sons, New York, 228 pp.
- Daneri, G., Crawford D. W. & Purdie, D. E. 1992. Algal blooms in coastal waters: a comparison between two adaptable members of the phytoplankton, *Phaeocystis* sp. and *Mesodinium rubrum*. En R. A. Vollenweider, R. Marchetti & R. Viviani (eds) *Marine Coastal Eutrophication*: 879-890.
- Daborn, G. R. 1986. Effects on tidal mixing on the plancton and benthos of estuarine regions of the Bay of Fundy. En Springer-Verlag (eds) *Tidal mixing and plancton dynamics. Lecture notes on coastal and estuarine studies*. Springer-Verlag, Berlin: 390-413.
- De Vido de Mattio, N. & Esteves, J. L. 1978. Estudio preliminar de la variación estacional de parámetros físicos y químicos en el área de la Bahía Nueva (golfo Nuevo, Provincia de Chubut). Centro Nacional Patagónico, Argentina, *Contribución* **17**, 54 pp.
- Esteves, J. L., De Vido de Mattio, N., Cejas, J. J. & Frontali J. 1981. Evolución de parámetros químicos y biológicos en el área de la Bahía Nueva (golfo Nuevo). Centro Nacional Patagónico, Argentina, *Contribución* **57**, 25 pp.
- Gerlach, S. 1990. Nitrogen, phosphorus, plankton and oxygen deficiency in the German Bight and in Kiel Bay. *Kieler Meeresforschungen. Sonderheft* **7**: 1-341.
- Gonzalez-Morales, A. T. & Gaxiola-Castro, G. 1991. Variación día a día de características físico-químicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona de surgencia costera de Baja California. *Cienc. Mar.*, **17** (3): 21-37.
- Kimor, B. 1992. The impact of eutrophication on phytoplankton composition in coastal marine ecosystems. En R. A. Vollenweider, R. Marchetti & R. Viviani (eds) *Marine Coastal Eutrophication*: 871-878.
- Parsons, T. R., Takahashi, M. & Hargrave, B. 1984. *Biological oceanographic processes* (3rd. edition). Pergamon Press, 330 pp.
- Pastor C. T. & Bala L. O. 1995. Estudios de base de la bahía de Puerto Madryn (golfo Nuevo, Chubut): Parámetros químicos. *Naturalia*

C. Pastor y L. Bala: Pigmentos fotosintéticos en golfo Nuevo.

- patagónica, Ciencias Biológicas, 3 (1/2): 41-56.
- Rivero, M. M. 1983. Variación estacional de la precipitación en la provincia del Chubut. Centro Nacional Patagónico, Argentina, Contribución 76, 32 pp.
- Rivero, M. M. & Rodríguez Seró J. A. 1980. Mapas de precipitación media anual para seis lustros (1931-1960) de la provincia del Chubut. Meteorológica, 11 (1): 1-86.
- Santinelli, N. & Esteves J.L. 1993. Características químicas y fitoplanctónicas del estuario del río Chubut (Patagonia, Argentina). *Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas*, 1 (1): 22-34.
- SEREOC, 1984a. Campaña oceanográfica "Austral O" golfo Nuevo, 1982. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 1, 118 pp.
- SEREOC, 1984b. Campaña oceanográfica "Austral I" golfo Nuevo, 1982. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 2, 114 pp.
- SEREOC, 1984c. Campaña oceanográfica "Austral II" golfo Nuevo, 1982. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 3, 118 pp.
- SEREOC, 1984d. Campaña oceanográfica "Austral III" golfo Nuevo, 1982. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 4, 124 pp.
- SEREOC, 1986a. Campaña oceanográfica "Austral IV" (Nueva Serie) golfo Nuevo, 1983. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 7, 128 pp.
- SEREOC, 1986b. Campaña oceanográfica "Austral V" (Nueva Serie) golfo Nuevo, 1983. CONICET, Centro Nacional Patagónico, Argentina, Publicaciones Especiales 8, 118 pp.
- Sokal R. R. & Rohlf F. J. 1981. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.* Freeman & Co., New York, 859 pp.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. 1972. *A practical handbook of sea water analysis.* Fisheries Research Board of Canada, Bull. 167 (2da. ed.), 200 pp.
- Vaiela, I. 1984. *Marine ecological processes.* Springer-Verlag, Berlin, 546 pp.
- Villafañe, V., Helbling E. W. & Santamarina J. 1991. Phytoplankton blooms in the Chubut river estuary (Argentina): influence of stratification and salinity. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 26 (1): 1-20.
- Vukadin, I. 1992. Impact of nutrient enrichment and its relationship to the algal bloom in the Adriatic Sea. En R. A. Vollenweider, R. Marchetti & R. Viviani (eds) *Marine Coastal Eutrophication:* 365-370.



EL AREA DE ALIMENTACION COMO RESERVA EN UNA
COLONIA DEL PINGÜINO PATAGONICO (*SPHENISCUS
MAGELLANICUS*)

The foraging area as reserve in a colony of Patagonic
Penguins (*Spheniscus magellanicus*).

José Alejandro Scolaro, Sonia Laurenti y Héctor Gallelli

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco y Centro Nacional
Patagónico (CONICET), Bvd. Alte. Brown s/n (9120) Puerto Madryn,
provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

El área de Punta Lobería soporta una alta biomasa de aves marinas principalmente pingüinos (*Spheniscus magellanicus*) y ha sostenido también por muchos años una intensiva pesca comercial. Aunque no se han detectado interacciones competitivas, el conflicto potencial existe y una estrategia de manejo para el área debería incluir el establecimiento de reservas de alimentación. Todas las estimaciones fueron basadas en modelos bioenergéticos propuestos para especies de pingüinos por varios autores. Para pingüinos con ritmo diario de alimentación, la duración del viaje de alimentación sería el tiempo medio entre relevos en el nido (24 h) menos las demoras de tiempo en la playa (1,8 h). Un pingüino gastando la mitad de ese periodo, pero nadando únicamente el 56% del tiempo a la máxima velocidad (6,8 km/h) implicaría un **límite máximo potencial del área de alimentación** de 42,2 km. El **rango medio de alimentación** (16 km) asume que cada pingüino completa su

ingesta de comida dentro de un límite hipotético, retornando a la costa antes que el 50% de su presa sea digerida. Tomando el tiempo mínimo de digestión registrado (3,6h) se propone un radio de 11 km como **rango de alimentación más probable**. La ingesta por adulto, de la presa principal (anchoíta) es calculada en 170,2 kg/año o 124,9 kg/ciclo reproductivo (210 días). La población regional de pingüinos (46% de la población atlántica) consumiría alrededor de 243.500 toneladas métricas por año, representando el 23% de la biomasa de efectivos reproductores estimada para la anchoíta.

Palabras clave: *Spheniscus magellanicus*, aves marinas, manejo, ecología trófica, modelos bioenergéticos, Atlántico Sur.

ABSTRACT

The Punta Lobería area supports a high biomass of seabirds, mainly penguins (*Spheniscus magellanicus*) and for many years it has also supported intensive commercial fisheries. Although competitive interactions have not been detected, a potential conflict exists and a management strategy for the area should include the establishment of foraging reserves. All estimations were based on bioenergetic models proposed for penguin species by several authors. For penguins with a daily feeding rhythm, the duration of the foraging trip would be the mean time of nest relief (24 h) minus beach time delays (1.8 h). A penguin spending half of this period, but swimming only 56% of the time at maximum speed (6.8 km/h) would imply a **potential maximum bound of foraging area** of 42.2 km. The **mean foraging range** (16 km) assumes that each penguin completes its food intake within a hypothetical boundary and returning to the shore before 50% of its prey is digested. Taking into account minimum digestion time recorded (3.6 h) we propose a radius of 11 km as the **more probable foraging range**. Intake per bird of the main prey (anchovy) is calculated as 170.2 kg/year or 124.9 kg/breeding cycle (210 days). The regional populations of penguins (46% of Atlantic populations) would consume about 243500 metric tons/year, representing 23% of the spawning biomass estimated for the anchovy.

Key words: *Spheniscus magellanicus*, seabirds, management, trophic ecology, bioenergetic models, South Atlantic.

INTRODUCCION

Las aves marinas son muy sensibles a las ofertas locales de alimento durante la crianza de pichones. Dentro de un juego de variables es posible estimar un presupuesto de biomasa mínimo para asegurar la efectiva reproducción de una población bajo condiciones promedio, en un particular hábitat. A su vez, la presencia de aves marinas ha sido un buen indicador de la abundancia de peces presa, una relación tradicionalmente utilizada por los pescadores a través de los tiempos (Hunt, 1991).

La competencia con la pesca comercial puede alterar el normal comportamiento alimentario y la dieta de ciertas especies, disminuir las tasas reproductivas y finalmente reducir las poblaciones (Crawford & Shelton, 1981). Algunos sistemas de afloramientos planctónicos que soportan altas biomasa de aves marinas, también a menudo han sostenido intensas pesquerías comerciales sobre las mismas especies presa. Aunque no necesariamente similares, algunas perturbaciones oceanográficas periódicas, han provocado fenómenos de competencia entre aves marinas y pesca comercial, con drásticos decrecimientos de las poblaciones de aves tal como ha sido documentado en Perú (Nelson, 1978), Mar del Norte (Furness, 1981) y Sudáfrica (Crawford & Shelton, 1981).

Una estrategia importante de manejo es el establecimiento de áreas locales de alimentación o Reservas de Alimentación (Anderson *et al.*, 1980) y cuanto más precisa sea su definición tanto más se minimizan los efectos adversos en la vida silvestre y las interacciones con la pesca comercial, en una cadena de energía poco conocida. Adicionalmente, estudios de ecología trófica de aves marinas proveen parámetros con mucho potencial como variables independientes que ayudan a la valoración y control de los efectivos de peces en el manejo de pesquerías.

Un apreciable número de estudios han estimado el consumo de presas por parte de poblaciones de aves marinas y han concluido que ellas pueden consumir entre 20-30% de la producción anual de peces en ciertas áreas (Furness & Cooper, 1982; Croxall, 1987). No obstante, los modelos propuestos requieren mayor precisión en los datos disponibles, en similar escala espacial y temporal, para resolver discrepancias de interpretación entre los requerimientos del manejo de las pesquerías y la conservación de las aves marinas.

Los pingüinos no pueden teóricamente cubrir amplias áreas de alimentación como las aves voladoras. Por lo tanto, no están adaptados a alimentarse sobre presas que sean espacialmente o temporalmente impredecibles y

supongan grandes áreas de búsqueda, en orden al encuentro predador-presa (Wilson, 1985).

En varias especies, en ausencia por dificultad de observaciones de campo, el área de alimentación ha sido groseramente estimada (Croxall & Prince, 1980). El intervalo entre sucesivas alimentaciones conducidas a un pichón por su padre, y la velocidad media de natación, puede ser usado como un índice de la distancia viajada para encontrar alimento (Wilson, 1985; Trivelpiece *et al.*, 1987; Dann & Cullen, 1989; Wilson & Wilson, 1990).

El área de estudio detenta el *status* de Reserva Faunística, con proyección hacia el hábitat terrestre. Sobre el área marina, sólo muy parcialmente se extiende un Área de Veda a la pesca comercial, de carácter temporal, establecida sobre la base de criterios biológico-pesqueros, que no han tomado en consideración las poblaciones de aves marinas del ecosistema. La presente contribución propone un enfoque integral ecológico para una mejor ordenación territorial de la región.

Este trabajo fue presentado en el III Congreso Internacional de Gestión de Recursos Naturales, Pucón (Chile): 15-20/11/93.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en Punta Lobería, Chubut, Argen-

tina (44° 35'S - 65° 22'W) durante la estación reproductiva (setiembre 1989 - marzo 1990). El Pingüino Patagónico (*Spheniscus magellanicus* Forster 1781) establece allí anualmente una colonia de reproducción que alberga aproximadamente 54.000 pingüinos (Scolaro *et al.*, 1984).

Los registros individuales fueron tomados durante las primeras dos semanas de diciembre, fase de crianza de los pichones, cuando los viajes de alimentación de los padres son más frecuentes. Los pingüinos fueron sexados y marcados con una abrazadera metálica sobre la aleta a la altura del hombro, identificando el nido y los pichones (1 a 3 semanas de edad) a quienes alimentaban.

La velocidad máxima de natación de los adultos fue medida cuando ellos regresaban del viaje de alimentación pasando por una estrecha ensenada bordeada de acantilados. Este canal natural (12 m de ancho por 30 m de longitud) sirve de acceso a un área de alta densidad de nidificación. El tiempo invertido para nadar 20 m por parte de 30 pingüinos, fue medido mediante cronómetro. En la selección de los casos, se tomaron en cuenta aves que nadaron en línea recta bajo el agua y a máxima velocidad. Los registros se obtuvieron durante las horas de marea alta y cuando la altura de las olas fue baja, siendo poco probable que influyeran en las mediciones.

Para determinar el área de

alimentación se ha considerado la información obtenida en trabajos previos tales como, tamaño y éxito reproductivo de la población, cronología del ciclo reproductivo anual, frecuencia de viajes de alimentación e intervalo entre relevos de pareja en el nido (Scolaro, 1984 y 1986; Scolaro & Suburo, 1991). Otros parámetros biológicos, demográficos y de comportamiento provienen de la bibliografía disponible, particularmente resumida en Scolaro (1986). Las estimaciones se han calculado siguiendo criterios ecológicos y etológicos utilizados en modelos bioenergéticos propuestos para pingüinos y especies de aves marinas (Croxall & Prince, 1980; Furness & Cooper, 1982; Pennycuik *et al.*, 1984; Wilson, 1985; Trivelpiece *et al.*, 1987; Dann & Cullen, 1989; Flint, 1991).

El **límite máximo potencial del área de alimentación** fue calculado por multiplicación de la velocidad máxima de natación por el 50% del período en el mar, estimado como el intervalo de tiempo entre relevos de pareja en el nido. El cálculo es corregido descontando la suma promedio de tiempos demorados en la playa (antes de ingresar al mar y al regreso del viaje de alimentación). Se asume como 56% el porcentaje de tiempo ocupado nadando a velocidad máxima durante el viaje de alimentación (Adams & Wilson, 1987).

El **rango medio de alimentación** considera que cada individuo completa su ingesta de comida en un área hipotética, debiendo regresar a la costa a velocidad corregida, antes del 50% del tiempo medio de digestión (Wilson *et al.*, 1985), calculado para su presa principal (anchoita, *Engraulis anchoita* Hubbs & Marini 1935) (Scolaro & Badano, 1986).

El tiempo mínimo de digestión registrado, define un radio menor, denominado **rango de alimentación más probable**.

RESULTADOS Y DISCUSION

La velocidad máxima de natación, con predominio bajo el agua, registró un promedio de 6,8 km/h (rango = 5,3-8,3 km/h; $ds = 0,6$; $n = 30$). La determinación se refiere a pingüinos que nadaron en línea recta con muy escasas y cortas apariciones sobre el agua ("paddling", Dann & Cullen, 1989). El promedio es concordante con los registros presentados para otras especies de pingüinos (Brown, 1987), en particular del género *Spheniscus* (Wilson, 1985), aunque menor que la previamente registrada para la especie (Wilson & Wilson, 1990).

En pingüinos adultos con régimen diario de alimentación a sus pichones, el intervalo de tiempo entre relevos mostró una media de 24 horas (rango = 16-28 h; $s = 3,7$; $n = 15$). Aves que

presuntamente no pueden mantener energéticamente una alta tasa de buceo/pausa adoptarían un régimen de alimentación de mayor duración y no son consideradas en este estudio (Wilson & Wilson, 1990; Scolaro & Suburo, 1991).

Se observó un tiempo de demora en la playa tanto al comienzo (media = 0,9 h; rango = 0,32-1,25 h; s = 0,4; n = 12), como al regreso del viaje de alimentación (media = 0,8 h; rango = 0,3-1,0 h; s = 0,2; n = 20). Los registros fueron tomados al azar sobre pingüinos con nidos cercanos a la costa, ante la dificultad del seguimiento de aves marcadas sin perturbación dentro de la colonia. El tiempo de demora total a sustraer de la duración media del viaje de alimentación fue de $1,82 \pm 0,57$ horas, valor muy cercano a las estimaciones propuestas para especies de pingüinos antárticos (Trivelpiece *et al.*, 1987).

Considerando la mitad del tiempo neto en el mar (11,09 horas), un pingüino nadando el 56% del tiempo a la máxima velocidad ($6,8 \text{ km h}^{-1}$) define el **límite máximo potencial del área de alimentación** de 42,2 km (fig. 1).

Además, el tiempo máximo de permanencia de los otolitos de peces en el estómago sin deteriorar, es de 12 horas (Wilson *et al.*, 1985; Scolaro, resultados no publicados). Un pingüino que regresa a la colonia, con el

estómago vacío, pero con evidencias de ingesta (otolitos), puede asumirse que se alimentó en el límite del área. Estudios previos muestran un promedio de 5,0 horas (rango = 3,6-6,0 h; n = 12) para la digestión del 50% del volumen total de ingesta de anchoíta. Asumiendo este tiempo como duración máxima del viaje de retorno, y aplicando los cálculos anteriores, se propone un nuevo radio de 16 km, denominado **rango medio de alimentación** (fig. 1).

Considerando el tiempo mínimo de digestión observado (3,6 horas), un radio de 11 km propone un área denominada **rango de alimentación más probable** (fig. 1). Las áreas estimadas comprenden isobatas que permitirían el buceo de los pingüinos hasta alcanzar las máximas profundidades registradas durante estudios previos (Scolaro & Suburo, 1991).

Las áreas de alimentación calculadas (42 y 16 km) son similares a las estimadas por métodos análogos en pingüinos con ritmo diario de viajes de alimentación. Para el Pingüino de El Cabo (*Spheniscus demersus*) se han evaluado áreas de 36 y 20 km (Wilson, 1985; Wilson & Wilson, 1990), en el Pingüino Menor (*Eudyptula minor*) de 20 km (Dann & Cullen, 1989), en el Pingüino de Ojo Blanco (*Pygoscelis adeliae*) de 43 km, en el Pingüino de Barbi-jo (*Pygoscelis antarctica*) de 27 km y en el Pingüino de Vincha

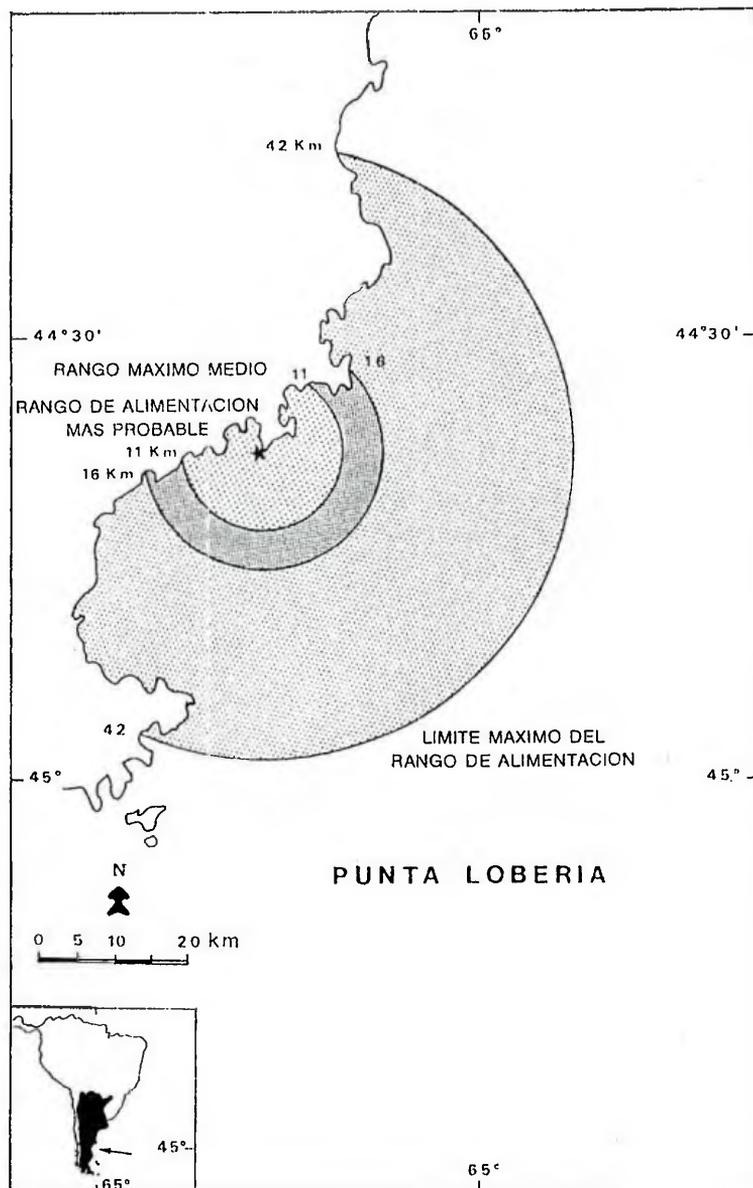


Figura 1: Límite máximo y áreas de alimentación estimadas para la colonia del Pingüino Patagónico en Punta Lobería, Argentina.

(*Pygoscelis papua*) de 17 km (Trivelpiece *et al.*, 1987). En estas últimas tres especies antárticas, las aves que se ausentan de la colonia por 2-3 días muestran rangos de alimentación entre 80 a 130 km (Croxall *et al.*, 1984).

Durante la crianza, un pingüino adulto debe acarrear un mínimo de 666 g de anchoíta para alimentar al pichón (calculado según Kendeigh *et al.*, 1977). Esta cifra es muy cercana a los promedios de contenido estomacal encontrados en estudios de la especie a campo (Gosztonyi, 1984: 620 g; Scolaro & Badano, 1986: 686 g). A través del ciclo reproductivo (210 días), las necesidades energéticas son mayores (postura de huevos, crianza, captura de presas, etc.), por encima del presupuesto de metabolismo de existencia. Sustrayendo los períodos de ayuno (i.e. muda del plumaje) (Furness & Cooper, 1982), el cálculo de ingesta media por individuo se calcula en 124,9 kg de anchoíta. La media anual será de 170,2 kg por individuo. Estas cifras, si bien mayores que las previamente estimadas (Scolaro, 1986) resultan similares a las obtenidas en estudios sobre la dieta de la especie en el sur de Chile (Venegas & Sielfeid, 1981).

Considerando Punta Lobería y las colonias vecinas de pingüinos de la especie, la población regional con ca. 1.950.000 aves (46% de la población atlántica, Scolaro, 1986) consumiría en las áreas de

alimentación aproximadamente 243.500 toneladas métricas (T) de anchoíta. El volumen de ingesta poblacional representaría entre 11,5 y 23,8% de la biomasa potencial de efectivos reproductores de esta presa (Area Sur, Ciechowski & Sánchez, 1988), alimentándose sólo parcialmente en un área de veda a la pesca comercial (Octubre a Febrero) establecida por el Gobierno de la provincia del Chubut (43° 30'S - 44° 30'S y desde la costa hasta 64° 00'W; Disposición Dirección de Pesca N° 170/89). El área de alimentación de la especie se solaparía con el área de veda en aproximadamente 7,5%.

La anchoíta, principal componente de la dieta de la especie (Scolaro & Badano, 1986) es poco relevante comercialmente y la captura anual argentina es escasa (1991: 20.615 T), respecto de la biomasa de efectivos reproductores estimada (1,8 millones de T, Ciechowski *et al.*, 1983). Además, los cálculos de ingesta poblacional presentados, son consistentes con los valores estimados para otras aves marinas y sus presas (Croxall, 1987). Sin embargo, las periódicas oscilaciones del mercado, proponen una situación indefinida que necesita de argumentos para una mejor ordenación territorial de la región (Scolaro, 1986).

La determinación de áreas de alimentación deberá constituir uno de los más importantes objetivos

V. A. Scolaro *et al.*: Area de alimentación en pingüinos

en las futuras investigaciones sobre aves marinas (Croxall *et al.*, 1984).

BIBLIOGRAFIA

- Adams, N. J. & Wilson, M-P. 1987. Foraging parameters of Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* at Marion Island. *Polar Biology*, 7: 51-56.
- Anderson, D. W., Gress, F., Mais, K. F. & Kelly, P. R. 1980. Brown pelicans as anchovy stock indicators and their relationships to commercial fishing. *CalCOFI Reports* 21: 54-61.
- Brown, C. R. 1987. Traveling speed and foraging range of Macaroni and Rockhopper penguins at Marion Island. *Journal of Field Ornithology*, 58 (2): 118-125.
- Ciechomski, J. D. & Sánchez, R. P. 1988. Análisis comparativo de las estimaciones de biomasa de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) en el Atlántico sudoccidental en diferentes años y con distintas metodologías. *Publ. Com. Mixta Frente Marít. Argent. Urug.*, 4: 117-131.
- Ciechomski, J. D., Sánchez, R. P., Lasta, C. A. & Erlich, M. D. 1983. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y Merluza (*Merluccius hubssi*). Evaluación de sus efectivos desovantes y análisis de los métodos empleados. *Contribución del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina* 432: 3-37.
- Crawford, R. J. M. & Shelton, P. A. 1981. Population trends for some southern African seabirds related to fish availability. En J. Cooper (ed) *Proceedings of the Symposium on Birds of the Sea and Shore*, 1979. African Seabird Group, Cape Town: 15-41.
- Croxall, J. P. 1987. Conclusions. En J. P. Croxall (ed.) *Seabirds, feeding ecology and role in marine ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge: 369-381.
- Croxall, J. P. & Prince, P. A. 1980. Food, feeding ecology and ecological segregation of seabirds at South Georgia. En W. N. Bonner & R. J. Berry (eds) *Ecology in the Antarctic*. Academic Press, London: 103-131.
- Croxall, J. P., Ricketts, C. & Prince, P. A. 1984. Impact of seabirds on marine resources, especially krill at South Georgia. En G. C. Whitton & H. Rahn (eds) *Seabird energetics*. Plenum, New York: 285-317.
- Dann, P. & Cullen, J. M. 1989. The maximum swimming speed and theoretical foraging range of breeding Little Penguins *Eudyptula minor* at Phillip Island, Victoria. *Corella*, 13 (2): 34-37.
- Flirt, E. N. 1991. Time and energy limits to the foraging radius of Sooty Terns *Sterna fuscata*. *Ibis* 133: 43-46.
- Furness, R. W. 1981. Estimating the food requirements of seabird and seal populations and their interactions with commercial fisheries and fish stocks. En J. Cooper (ed.) *Proceedings of the Symposium on Birds of the Sea and Shore*, 1979. African Seabird Group, Cape Town: 1-13.
- Furness, R. W. & Cooper, J. 1982. Interactions between breeding seabird and pelagic fish populations in the southern Benguela region.

V. A. Scolaro *et al.*: Area de alimentación en pingüinos

- Marine Ecology Progress Series, 8: 243-250.
- Hunt, G. L. 1991. Marine ecology of sea-birds in polar oceans. *American Society of Zoologists*, 31: 131-142.
- Kendeigh, S. C., Dol'Nik, V. R. & Gavrilov, V. M. 1977. Avian energetics. En J. Pinowsky & S.C. Kendeigh (eds) *Granivorous birds in ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge: 129-204.
- Nelson, J. B. 1978. *The Sulidae Gannets and Boobies*. Oxford University Press. Oxford.
- Pennycook, C. J., Croxall, J. P. & Prince, P. A. 1984. Scaling of foraging radius and growth rate in petrels and albatrosses (Procellariiformes). *Ornis Scandinavica*, 15: 145-154.
- Scolaro, J. A. 1984. Timing of nest relief during incubation and guard stage period of chicks in Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) (Aves: Spheniscidae). *Historia Natural*, 4: 281-284.
- Scolaro, J. A. 1986. La conservación del Pingüino de Magallanes: Un problema de conflicto e intereses que requiere de argumentos científicos. *Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso, Chile*, 17: 113-119.
- Scolaro, J. A. & Badano, L. A. 1986. Diet of the Magellanic Penguin *Spheniscus magellanicus* during the chick-rearing period at Punta Clara, Argentina. *Cormorant*, 13 (2): 91-97.
- Scolaro, J. A. & Suburo, A. M. 1991. Maximum diving depths of the Magellanic Penguin. *Journal of Field Ornithology*, 62 (2): 204-210.
- Scolaro, J. A., Badano, L. A. & Upton, J. A. 1984. Estimación de la población y estructura de la nidificación del Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en Punta Lobería, Chubut (Aves: Spheniscidae). *Historia Natural*, 4 (24): 229-238.
- Trivelpiece, W. Z., Trivelpiece, S. G. & Volkman, N. J. 1987. Ecological segregation of Adelie, Gentoo and Chinstrap penguins at King George Island, Antarctica. *Ecology*, 68 (2): 351-361.
- Venegas, C. & Sielfeld, W. 1981. Utilización de aves como indicadoras de presencia y potencialidad de recursos marinos eventualmente manejables. *Jornadas de Ciencias del Mar, Valparaíso, Chile*: 83.
- Wilson, R. P. 1985. The Jackass Penguin (*Spheniscus demersus*) as a pelagic predator. *Marine Ecology Progress Series* 25: 219-227.
- Wilson, R. P. & Wilson, M-P. 1990. Foraging ecology of breeding *Spheniscus* penguins. En L. S. Davis & J. T. Darby (eds) *Penguin biology*. Academic Press, London: 181-206.
- Wilson, R. P., La Cock, G. D., Wilson, M-P. & Mollagee, F. 1985. Differential digestion of fish and squid in Jackass penguins *Spheniscus demersus*. *Ornis Scandinavica*, 16 (1): 77-79.

EFFECTO DE LA SALINIZACION PROGRESIVA DEL
MEDIO EN JUVENILES DE MENOS DE UN AÑO DE
TRUCHA ARCO IRIS *ONCORHYNCHUS MYKISS*
(WALBAUM, 1792).

Effect in underyearling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) by progressive change towards seawater.

Gustavo A. C. Bruzzo

Universidad Nacional de la Patagonia, Facultad de Ciencias Naturales. Belgrano 504, 2^{do} piso, (9100) Trelew, provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

Durante 35 días se realizó el seguimiento de un lote de juveniles (2,62 a 7,00 g) de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) a los que se les proporcionó un gradiente ascendente de salinidad (S) en cinco etapas, de siete días cada una, desde agua dulce (S = 0,215 ppm), hasta agua de mar (S = 31,960 ppm) en acuarios, donde fueron reconocidos cambios fisiológicos, morfológicos y de comportamiento asociados al proceso de smoltificación citado para otros salmónidos del género. La mortalidad durante la experiencia fue del 8 %.

Palabras clave: Trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, fisiología, salinidad, smoltificación.

ABSTRACT

An experience was made during a 35 days period, with underyearlings (2.62 to 7.00 g) of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) under different salinities (0.215 ppt to 31.960 ppt) in stages of seven days. Morphological, physiological and behavioural changes were recognized. Mortality during the experience was 8%.

Key words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, smoltification, salinity, physiology.

INTRODUCCION

La "smoltificación" es el conjunto de procesos biológicos, bioquímicos y de comportamiento que se suceden en forma simultánea o consecutiva en peces salmónidos anádromos, en el momento de migrar al mar (Folmar & Dickhoff, 1980; Simpson, 1985; Laird & Needham, 1991) y que tienen gran importancia en el desempeño de las piscifactorias de salmónidos anádromos (Wedemeyer, 1980).

Boeuf & Harache (1982) propusieron un criterio de clasificación según la adaptabilidad al agua de mar de los salmónidos en Francia. Por un lado "especies o poblaciones afectadas a modificaciones fisiológicas que ocurren generalmente en primavera y que preceden a una migración activa. Estas especies o poblaciones viven en aguas oceánicas durante parte de su ciclo de vida". En oposición a este grupo existen

aquellas "especies o poblaciones que transcurren su vida en agua dulce y sin migración activa". Estos autores concluyen que la trucha arco iris doméstica *Oncorhynchus mykiss* pertenece a este segundo grupo y por lo tanto no smoltifica.

Existe por otra parte, una variedad de trucha arco iris anádroma que presenta smoltificación y que se conoce con el nombre de cabeza de acero o "steelhead". Esta variedad es autóctona de la costa oeste de América del Norte (Bering a México) y realiza migraciones a corta o larga distancia en el mar (Laird & Needham, 1991).

A pesar de que "no smoltifica", es posible cultivar a la trucha arco iris doméstica en agua de mar o en agua salobre. Los estudios realizados con esta especie en cultivos marinos fueron iniciados en la década de los años 50 por los escandinavos (Aguirre Ubis, 1974). Las experiencias llevadas a cabo, concluyeron en

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

general que el cultivo de trucha arco iris en agua salada es posible siempre que el tamaño de los individuos no sea menor a los 10-12 cm de largo (Aguirre Ubis, 1974; Mc Cormick & Saunders, 1982; Boeuf & Harache, 1982). Otros autores como Speshilov (1977), señalan que el tamaño inicial puede ser menor, pero que la salinidad máxima tolerable para una transferencia directa, es una función (potencial) del peso de los mismos.

La capacidad osmorregulatoria de la trucha arco iris doméstica cultivada en agua salada se encuentra directamente relacionada con la presencia de células del cloro en el tejido branquial y la cantidad de células presente es función de la edad y el tamaño de los individuos (Madsen & Naamansen, 1989; Pisam *et al.*, 1989).

Los cambios asociados al proceso de smoltificación han sido agrupados para su estudio en morfológicos, fisiológicos y de comportamiento (Folmar & Dickhoff, 1980).

Dentro de los cambios morfológicos asociados a la smoltificación se detallan la coloración corporal y la forma del cuerpo (Houston, 1961; Hoar, 1974; Folmar & Dickhoff, 1980 y 1981; Hasler & Scholz, 1983; Mc Cormick & Saunders, 1985).

Desde el punto de vista fisiológico se reportaron cambios en las concentraciones de iones Na^+

en plasma desde el estadio en agua dulce, conocido como estadio **parr** (Clarke & Blackburn, 1977) y la aparición de células del cloro. Durante el período de residencia en agua dulce, los peces jóvenes mantienen una osmolalidad estable en los fluidos del cuerpo, que cambia marcadamente luego de las 36-100 horas de estadía en agua de mar, período denominado **fase de ajuste** (Houston, 1961) de adaptabilidad al estadio **smolt**, cuando se encuentra apto para su vida en aguas marinas.

La smoltificación representa un cambio abrupto en el comportamiento: el pez abandona su territorio de alimentación en el fondo, decrece su comportamiento agresivo y tiende a agregarse; una marcada reducción en la habilidad natatoria se observó durante el período de migraciones (Folmar & Dickhoff, 1980). Las migraciones son pasivas, mostrando individuos dependientes de las corrientes, siendo que en general se mantienen frente a éstas en busca de alimento (La Bar *et al.*, 1980).

Los smolts de las especies migratorias pueden ser transferidos exitosamente al agua de mar durante estrechas "ventanas" de tiempo que se corresponden con la activación estacional de determinadas enzimas branquiales (Boeuf & Harache, 1982).

El objetivo del presente trabajo es identificar sobre juveniles de trucha arco iris doméstica de

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

menos de 10 cm, sujetos a una salinización progresiva de su medio, cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento que fueran señalados para aquellas especies (o variedades) de *Oncorhynchus* que presentan smoltificación.

Por el apoyo y el interés por el presente trabajo, se agradece la colaboración del Lic. Eduardo Fernández, como también a la Lic. Norma Agüero del Laboratorio de Análisis químico, quién procesó las muestras de sangre. Una especial consideración para los Sres. Hernán Góngora y Pablo Ledesma por la ayuda en el mantenimiento de los acuarios, sin quienes no se podría haber llevado a cabo el trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Juveniles menores de un año de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) fueron transportados por vía aérea desde la piscicultura en San Carlos de Bariloche (provincia de Río Negro) perteneciente a la Universidad Nacional del Comahue, hasta la ciudad de Trelew (provincia del Chubut). Una vez instalados en los laboratorios de la Universidad Nacional de la Patagonia, fueron preaclimatados a las condiciones del laboratorio durante tres días sin proporcionarles alimento.

Posteriormente, los ejemplares fueron distribuidos al azar en

tres acuarios semejantes de 0,6 de largo, 0,4 m de ancho y 0,4 m de alto, llenos con 40 l de agua, a razón de 50 individuos por acuario.

Uno de los acuarios fue utilizado como control de la experiencia y el lote de animales asignados al mismo se mantuvo en agua dulce durante todas las etapas de la prueba. Los otros dos acuarios fueron utilizados para llevar a cabo la experiencia de salinización progresiva. Cada etapa de la prueba tuvo una duración de 168 horas (Houston, 1961), iniciándose la experiencia el 3 de julio de 1992.

A los 3 acuarios se les proporcionó luz artificial, respetando el ciclo circadiano de la estación (invierno) y aireación por medio de aireadores. Los acuarios estaban rodeados con una faja opaca con el objeto de reducir el *estrés* provocado en los animales por la presencia de personas en el laboratorio.

Al final de cada etapa se pesaron y midieron 40 individuos: 20 individuos de el acuario control y 10 individuos de cada acuario experimental. Las mediciones se realizaron tomando el largo a la furca (LF) al 0,1 cm superior; el peso (P) en gramos fue tomado con una balanza Dial-O-Gram ($\pm 0,01$ g). Las mediciones de largo y peso se realizaron sin sacrificar ejemplares, midiendo cada individuo en una pecera pequeña, con el ictiómetro colocado de costado

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

y presionando levemente el ejemplar sobre el vidrio con una plancha de material blando (telgopor). El pesado se realizó, tarando un recipiente plástico con agua a 100 g y luego colocando cada individuo en su interior y volviendo a pesar el recipiente.

La primera de las etapas (E-0) fue un período de aclimatación a los acuarios (7 días) donde los animales se mantuvieron en agua dulce (0,215 ppm), tanto en el acuario control como en los destinados a la prueba de salinización.

En las siguientes etapas (E-1 a E-4) se aumentó gradualmente la salinidad en los acuarios destinados a la prueba, a partir de diferentes mezclas de agua dulce con agua de mar con una salinidad de 33 ppm. Las diferentes concentraciones de sales para cada etapa fueron las siguientes:

- E-1 = 7,913 ppm
- E-2 = 12,846 ppm
- E-3 = 21,516 ppm
- E-4 = 31,960 ppm

Como fuente de agua dulce se utilizó agua de red, a la que inicialmente se le constataron los niveles de cloro a la salida de la planta potabilizadora. Para eliminar el cloro residual se utilizó una solución de bisulfito de uso comercial. El agua de mar utilizada fue extraída del golfo Nuevo y de bahía Engaño y envejecida durante 10 días (Strickland y Parson, 1957) a los efectos de in-

hibir el crecimiento de fitoplankton.

Los tres lotes de juveniles fueron alimentados con pellets flotantes de balanceado marca Hikari. Tres veces por día fueron alimentados a saciedad, registrándose un peso diario de alimento de 10 g según la tabla propuesta por Del Valle (1989).

Las mediciones de oxígeno disuelto fueron realizadas por el método de Winckler. La temperatura del agua de los acuarios fue registrada diariamente con un termómetro de rango 0 a 80 °C (\pm 0,1). Periodicamente se extrajeron muestras de agua de los acuarios a los efectos de obtener sus valores de pH y salinidad, los cuales fueron determinados por el Servicio de Química del Centro Nacional Patagónico (CONICET, Puerto Madryn).

Durante el período de la experiencia se registraron en los tres acuarios temperaturas máximas de 21 °C y mínimas de 11 °C. Los valores registrados de pH, salinidad y temperatura se indican en la Tabla I.

Para evaluar el grado de adaptabilidad a las crecientes concentraciones de sales, fue realizado un análisis de sangre a los fines de conocer las concentraciones de sodio en sangre (Clarke & Blackburn, 1977). Cuarenta y ocho horas después de pasar a una nueva etapa de salinización del medio, fueron cortados los pedúnculos caudales de 3

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

Tabla I: Salinidad, pH y temperatura durante las diferentes etapas de la experiencia. n = 8 Valores medios (\pm s).

Etapas	Salinidad (ppm)	pH	Temperatura ($^{\circ}$ C)
E0	0,215	7,57	12,33 (0,74)
E1	7,913	7,52	12,76 (0,69)
E2	12,846	6,29	15,01 (1,53)
E3	21,516	6,59	18,42 (1,74)
E4	31,960	6,82	16,56 (1,24)

individuos y se extrajo sangre dentro de un tubo de microhematocrito; luego se centrifugó la muestra y se midió la concentración de sodio con un espectrofotómetro de llama. Los animales muestreados fueron descabezados y eviscerados y este material fue utilizado para la determinación de lípidos totales (extracción por medio de éter de petróleo), estandarizando las muestras a 5,9 g.

Varios ejemplares fueron fotografiados en distintas etapas, a los fines de comparar la coloración y poder clasificar a los individuos en las diferentes categorías de marcas (Chrip & Björn, 1978, según Hasler & Scholz, 1983).

Para el reconocimiento de diferencias en el comportamiento de los individuos se realizó observación directa en los acuarios. Durante las primeras 48 horas de cada etapa de salinización progresiva se prestó atención al comportamiento general de los individuos, principalmente en el momento del

cambio de agua, donde los individuos manifestaron síntomas o perturbaciones frente a la variación química del medio.

RESULTADOS

Crecimiento en largo y peso

Al término de la etapa de aclimatación en agua dulce (E-0) los animales tenían un largo promedio a la furca (LF) de 5,7 cm (n=20, diez individuos del acuario control y cinco de cada acuario experimental; s=2,05) y un peso (P) promedio de 4,87 g (n=20; s=1,33).

Para las siguientes etapas los valores promedio de largo a la furca y peso, son indicados en la Tabla II y en la Figuras 1 y 2.

Mortalidad.

La mortalidad total registrada en uno de los acuarios experi-

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

Tabla II: Crecimiento promedio (desvío estándar entre paréntesis) en largo y peso de individuos de *Oncorhynchus mykiss* sujetos a salinidades crecientes y en control (agua dulce). E0: largo inicial: 5,70 cm (2,05); peso inicial 4,87 g (1,33); n=20, excepto en E4 donde n=15.

Etapa	Prueba		Control	
	Largo (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Peso (g)
E1	7,60 (1,45)	6,11 (1,88)	8,15 (1,20)	6,95 (2,45)
E2	9,17 (1,22)	8,50 (3,02)	9,90 (0,89)	9,05 (2,04)
E3	10,14 (1,17)	12,17 (4,85)	11,14 (0,98)	14,06 (3,15)
E4	11,08 (2,30)	10,22 (2,55)	12,49 (1,47)	17,89 (4,66)

mentales fue del 8%. Dos individuos durante la etapa E-2, otro en la E-3 y el último en la E-4 de salinización progresiva. En el acuario de control la mortalidad total fue del 2%.

Lípidos totales.

Los valores obtenidos del porcentaje de materia grasa sobre producto seco, se indican en la Figura 3.

Na⁺ en sangre.

Los valores registrados de Na⁺ en sangre se indican en la Figura 3.

Pigmentación

Al finalizar la experiencia el 10% de los individuos presentó una pigmentación semejante a la **smolt**, un 25% de los individuos tuvo una pigmentación

intermedia y el resto (65%) una pigmentación de tipo **parr**.

Comportamiento

Se observó una fuerte disminución en la habilidad natatoria de los individuos. En las etapas E-1 y E-2, una vez iniciada el traspaso de agua de mar fue notoria la disminución de actividad, acentuada ésta durante la **fase de ajuste**. No obstante ello, no se evidenció pérdida de reflejos ni de acciones de escape, pero sí una tendencia a tomar posiciones fijas dentro del acuario y con gran actividad opercular. A partir de la E-2 no se observaron los comportamientos territoriales que se habían detectado durante la E-0.

DISCUSION y CONCLUSIONES

La mortalidad del 8 % registrada durante la prueba de

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

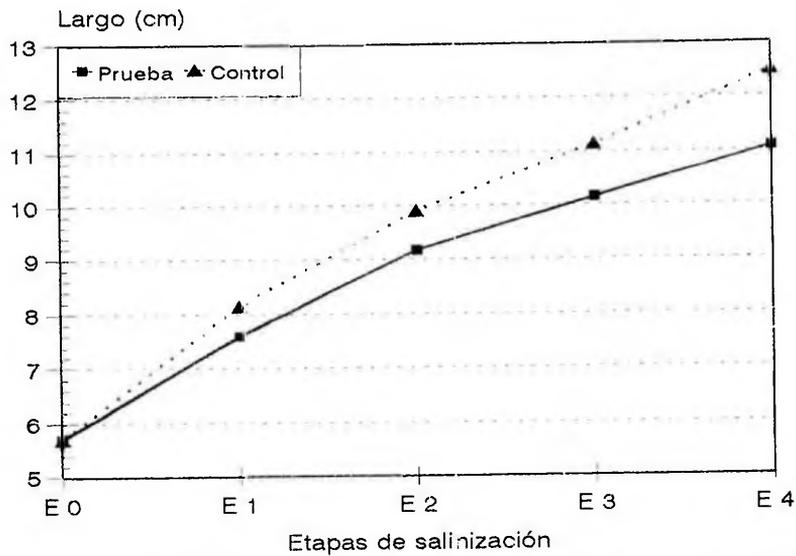


Figura 1: Largo promedio de *Oncorhynchus mykiss* a salinidades crecientes y en control (agua dulce). n = 20, excepto en E4 donde n = 15.

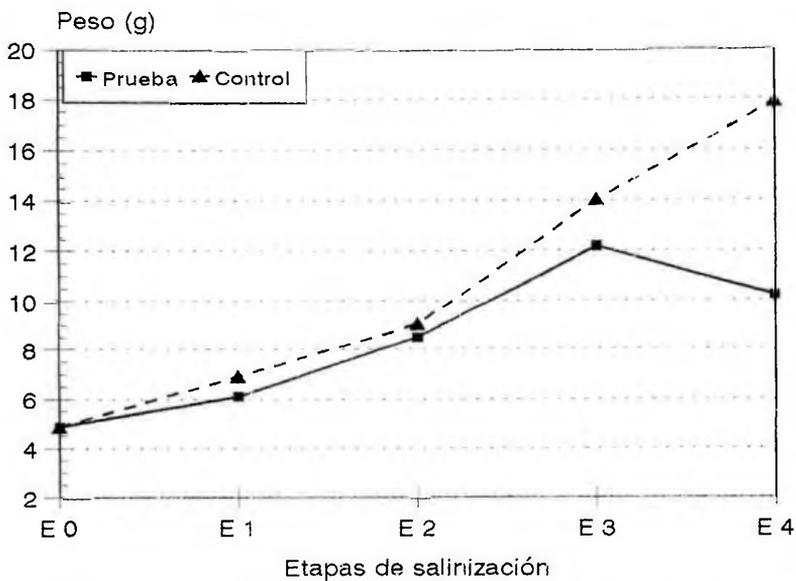


Figura 2: Peso promedio de *Oncorhynchus mykiss* a salinidades crecientes y en control (agua dulce). n = 20, excepto en E4 donde n = 15.

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

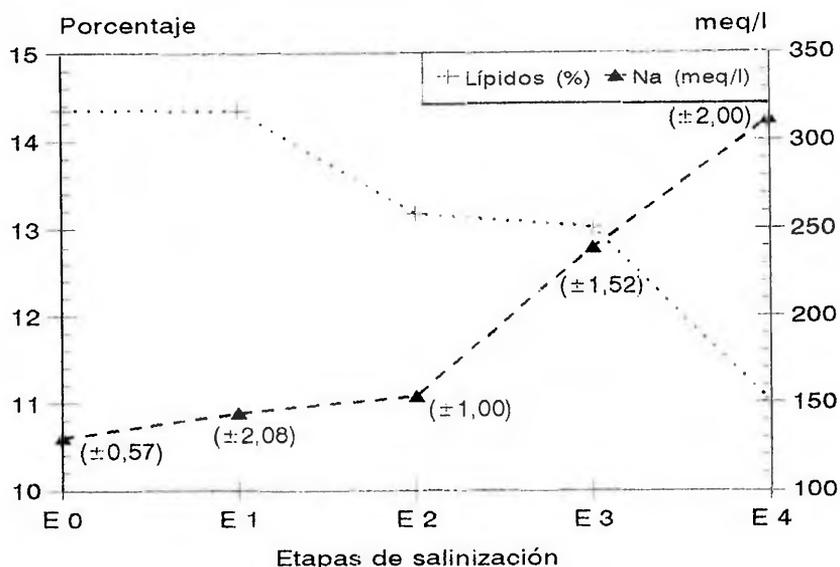


Figura 3: Porcentaje de lípidos en carne y concentración (meq/l) de Na^+ en sangre ($n=3$; $\pm s$) de *Oncorhynchus mykiss* a salinidades crecientes y en control (agua dulce).

salinización se considera como baja, siendo que para otras experiencias se citan mortalidades del 10 % como normales (Aguirre Ubis, 1974) y habiéndose registrado mortalidades del 50 % (Cardozo *et al.*, en prensa).

Dos factores se deben tener en cuenta para explicar la mortalidad de la experiencia: la temperatura y el tamaño de los individuos. La muerte de los ejemplares se registró durante los días de mayor temperatura, pero como éste parámetro no pudo ser controlado, no es distinguible de otros factores de mortalidad. Cabe aclarar asimismo que el tamaño de los individuos muertos, fue siempre

menor a la media de la etapa correspondiente.

La Tabla II muestra un considerable cambio en el peso final del lote de prueba (con salinización progresiva) frente al lote de control. Esto se evidenció en la apariencia de los ejemplares, que presentaron un crecimiento en largo pero no en peso, mostrando individuos "delgados" (según el término citado por Hoar, 1976; Folmar & Dickhoff, 1980; McCormick & Saunders, 1983).

Los resultados del análisis de grasas realizados corroboran el "adelgazamiento" progresivo de los individuos. Esto es coincidente con la pérdida de peso obser-

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

vada.

Si bien se presentaron cambios en la pigmentación de algunos individuos, los porcentajes fueron bajos: 10% para pigmentación **smolt** y 39% para pigmentación **Intermedia**. Dos factores pueden ser los causantes de la baja cantidad de individuos con cambio en la coloración: la estación (invierno) siendo que pertenecen al grupo de salmónidos con cambios en primavera (Hoar, 1976; Folmar & Dickhoff, 1980) y la talla reducida de los individuos (Ubis Aguirre, 1974; McCormick & Saunders, 1983).

Con respecto a la coloración, los individuos con pigmentación "smolt" presentaron la máxima talla del lote. Esto es coincidente con la relación entre el tamaño y la habilidad para osmorregular que posee esta especie (Madsen & Naamansen, 1988; McCormick & Saunders, 1983).

La talla de los ejemplares juveniles, representa un aporte de importancia en el presente trabajo. El único antecedente en Argentina de aclimatación al agua de mar de trucha arco iris, ha sido realizado por Cardozo *et al.* (en prensa) con individuos de 200 gramos.

La disminución en la habilidad natatoria, la pérdida de patrones de territorialidad y el aumento de actividad opercular a medida que aumentan las concentraciones de sales en el medio, se encuentran ligados a la necesidad básica de osmorregular, que requiere de un

gran gasto energético. Este último estaría evidenciado en la pérdida de peso que manifiestan los individuos sujetos a salinización del medio.

El proceso de smoltificación no ha sido citado para la trucha arco iris doméstica, ya que la anadromía no es un comportamiento observado en la misma.

Por lo expuesto anteriormente y en el marco de este trabajo experimental, se puede decir que:

Existen similitudes morfológicas, fisiológicas y de comportamiento entre los juveniles de trucha arco iris doméstica expuestos a un cambio de salinidad en el medio (salinización progresiva) con otras especies de salmónidos de conocido comportamiento anádromo.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre Ubis, N. 1974. Tratado de Piscicultura: Cultivo de salmónidos en agua de mar. Omega, Madrid, 324 pp.
- Boeuf, G. & Harache, Y. 1982. Criteria for adaptation of salmonids to high salinity seawater in France. *Aquaculture* 28: 163-176.
- Cardozo, L., Bontempo, C. & Medeot, P. (en prensa). Cultivo experimental en sistema de jaula de trucha arco iris (*O. mykiss*) en el canal de Beagle.
- Clarke, W. & Blackburn, J. 1977. A seawater challenger test to measure smolting of juveniles salmon. *Fish. Mar. Ser. Tech. Rep.* 705, 11 pp.

G. Bruzzo: Efectos de la salinización progresiva en trucha arco iris.

- Del Valle, A. 1989. Bases para la Salmonicultura. JICA-CEAN. Buenos Aires, 112 pp.
- Folmar, L. & Dickhoff, W. 1980. The parr-smolt transformation (smoltification) and seawater adaptation in salmonids. A review of selected literature. *Aquaculture* 21: 1-37.
- Folmar, L. & Dickhoff, W. 1981. Evaluation of some physiological parameters as predictive indices of smoltification. *Aquaculture* 23: 309-324.
- Hasler, A. & Scholz, A. 1983. Olfactory imprinting and homing in salmon. Investigations into the mechanism of the imprinting process. *Springer-Verlag*, 3: 43-63.
- Hoar, W. 1976. Smolt transformation: Evolution, Behaviours and Physiology. *Journal Fish. Research Board of Canada* 33: 1233-1252.
- Houston, A. 1961. Influence of size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) to sea water. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 18: 401-415.
- Laird, L. & Needham, T. 1991. Cultivo de salmónidos en agua de mar. En G. Barnabé (ed.) *Acuicultura*. Ediciones Omega, Barcelona: 555-572.
- Madsen, S. & Naamansen, E. 1989. Plasma ionic regulation and gill Na^+/K^+ ATPase changes during rapid transfer to sea water of yearling rainbow trout, *Salmo gairdneri*: time course and seasonal variation. *Journal of Fish Biology* 34: 829-840.
- McCormick, S. & Saunders, R. 1982. Preparatory physiological adaptations for marine life of salmonids: Osmoregulation growth and Metabolism. *American Fisheries Society Symposium* 1: 211-299.
- McInney, J. 1964. Salinity preference: an orientation mechanism in salmon migration. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21: 995-1018.
- Pisam, M., Prunet, P. & Rambourg, A. 1989. Accessory cells in the gill epithelium of the freshwater rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Am. J. Anat.*, 184 (4): 311-320.
- Speshilov, L. I. 1977. Condiciones para transferir salmónidos jóvenes desde agua dulce a salina. *Rybn. Khoz. Mosc.*, 8: 22-26.
- Strickland, J. & Parsons, T. 1957. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Canada*. (Second Edition). Ottawa, 310 pp.
- Wedemayer, G., Saunders, R. & Clacke, W. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. *U. S. National Mar. Fish. Serv. Review*, 42 (6): 1-14.



**ARCHITEUTHIS SP. STEENSTRUP 1857 (MOLLUSCA,
CEPHALOPODA) DE BAHIA BUSTAMANTE,
PATAGONIA ARGENTINA.**

***Architeuthis sp.* Steenstrup 1857 (Mollusca, Cephalo-
poda) from Bustamante Bay, Argentine Patagonia.**

María Edith Ré, Pedro José Barón y Juan Carlos Berón

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
Centro Nacional Patagónico (CENPAT), Boulevard Brown s/n, (9120)
Puerto Madryn, provincia del Chubut, Argentina.

ABSTRACT

A female *Architeuthis sp.* was found in Bustamante Bay (Chubut, Argentina: 45° 08' S - 66° 31' 5" W) in May of 1996. This individual was found in the beach, in relatively good state of conservation. Its dimensions, obtained in fresh, and morphometric indexes are given. The present is the fourth record of the genus in the Southwestern Atlántic.

Key words: *Architeuthis*, Argentina, Atlántico sudoccidental.

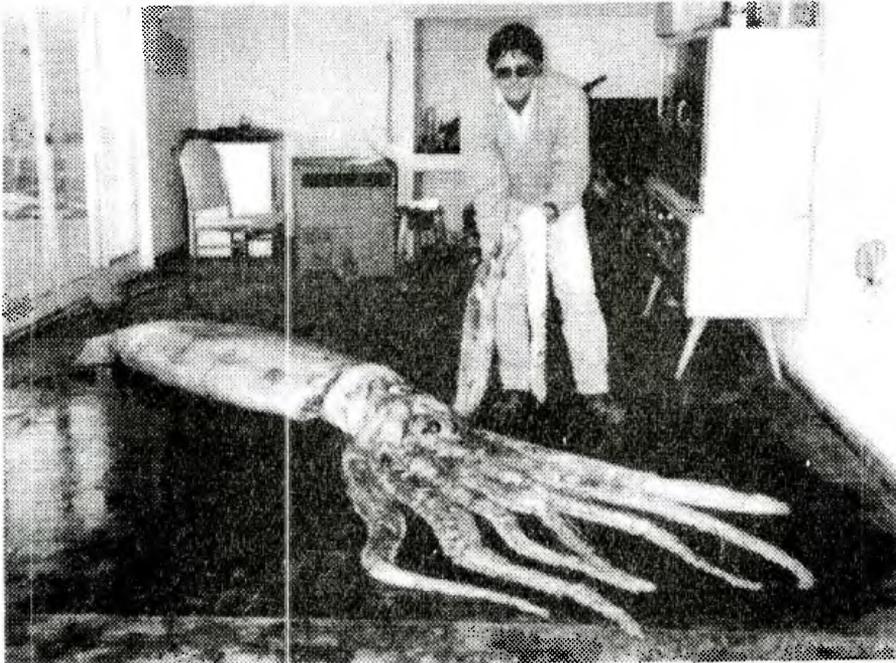


Figura 1: *Architeuthis sp.* hallado en bahía Bustamante por el Sr. Jorge Coch (sosteniendo un brazo del calamar) en mayo de 1996.

Una hembra de *Architeuthis sp.* se halló en bahía Bustamante, provincia del Chubut, Argentina ($45^{\circ} 08' S - 66^{\circ} 31' 5'' W$) el 24 de mayo de 1996. El ejemplar se encontró varado sobre la playa, en buen estado relativo de conservación: manto entero, cubierto en su parte ventral con un tegumento blanco-cremoso; cabeza, cuello y brazos tapizados por restos de piel pardo-rojiza; cuatro brazos completos y cuatro sin sus extremos (+); los tentáculos cortados a 250 mm de sus bases; la aleta dañada en la parte media de am-

bos márgenes laterales y ojos severamente deteriorados (fig. 1). A escasas horas del hallazgo se realizaron mediciones en fresco. Las dimensiones e índices registrados se indican en la Tabla I.

Por su valor taxonómico, cabe destacar la morfología de la aleta. La misma, de pequeño tamaño, se une laterodorsalmente al manto. Su forma es redondeada, algo más larga que ancha, alargada hacia la porción posterior terminando en punta. En su margen anterior presenta un pequeño lóbulo a cada lado de la línea media.

Tabla I: Datos morfométricos de una hembra de *Architeuthis sp.* proveniente de bahía Bustamante, Argentina. Los índices se expresan en porcentaje de la longitud dorsal del manto. +: brazos cortados en sus extremos.

Peso total	180,0 kg	
Largo total (sin tentáculos)	4.200,0 mm	
Largo dorsal del manto	1.940,0 mm	
Largo rostral inferior (pico)	16,4 mm	
Largo rostral superior (pico)	16,8 mm	
Índice de ancho del manto	32,5	
Índice de largo de la aleta	30,4	
Índice del ancho de la aleta (luego de la reconstrucción)	23,0	
Brazos	Izquierdo	Derecho
Índice de longitud de brazo I	78,9 +	85,0
Índice de longitud de brazo II	89,2	84,0
Índice de longitud de brazo III	76,3 +	92,8
Índice de longitud de brazo IV	69,1 +	73,7 +
Índice de diámetro de ventosas Br. I	1,0	1,1
Índice de diámetro de ventosas Br. II	1,3	1,1
Índice de diámetro de ventosas Br. III	1,1	1,0
Índice de diámetro de ventosas Br. IV	0,8	0,8

La mayoría de los registros del género *Architeuthis* provienen de varamientos y de contenidos estomacales de cachalotes, y muchos de ellos, además, corresponden a especímenes incompletos o solamente a partes de ellos (Roeleveld & Lipinski, 1991). Aunque se han encontrado numerosos ejemplares de este género en casi todos los océanos (Aldrich, 1991; Clarke, 1986; Nesis, 1987; Roeleveld & Lipinski, 1991), existen muy pocos registros correspondientes al océano

Atlántico sudoccidental.

Clarke, 1966 (de Korabelnikov, 1959) cita el género *Architeuthis* para las islas Elefante y Orcadas del Sur, con reservas sobre su categoría taxonómica. El mismo autor (Clarke, 1987) omite estos registros e indica que el conocimiento presente sugiere la no ocurrencia de *Architeuthis* en mares antárticos ni probablemente más al sur de la convergencia subtropical. Castellanos & Menni, 1969 (de Carcelles, 1950) también se refieren a la presencia de

este género en las islas Elefante y Orcadas del Sur. Una revisión de la bibliografía citada revela la ausencia de información relacionada con estos especímenes.

El primer registro de un calamar gigante *Architeuthis sp.* en el Atlántico sudoccidental corresponde a una hembra de 151 cm de largo dorsal del manto y 91 kg de peso sin tentáculos, hallada en aguas de Brasil (Arfelli *et al.*, 1991). Este ejemplar moribundo se encontró en septiembre de 1989, flotando frente al estado de Santa Catalina (27° 24' S - 45° 37' W).

Una hembra de *Architeuthis sp.* de 162 cm de largo dorsal del manto, se capturó viva con red de arrastre en el golfo San Jorge, frente a Caleta Olivia (46° 30' S - 66° W), en abril de 1995 (Brunetti *et al.*, manuscrito). Otra hembra, de 130 cm de largo del manto y 86 kg de peso sin tentáculos, se halló en la playa de bahía Bustamante (45° 12' S - 66° 30' W) en julio de 1995 (Ruiz & Fondacaro, 1996). El presente registro es entonces el cuarto para el océano Atlántico sudoccidental. Es de remarcar que tres de estos ejemplares se hallaron en dos años sucesivos (1995 y 1996) en el golfo San Jorge, entre 45° 08' y 46° 30'S, y dos de ellos en la misma bahía, a sólo 4.000 m uno de otro.

Actualmente el ejemplar está preservado en el Museo de Ciencias Naturales y Oceanográfico de

Puerto Madryn, Argentina. Las mandíbulas, rádula, pluma, anillos córneos de las ventosas, estatolitos y órganos internos están depositados en el Centro Nacional Patagónico (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Puerto Madryn), para futuros estudios.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Sr. Jorge Coch, del establecimiento alguero "Soriano S.A.", bahía Bustamante, por el especial cuidado que prestó a este ejemplar de *Architeuthis* durante su recolección y mantenimiento hasta el momento de su traslado, y a la Dra. Norma Brunetti por su aporte a los estudios de este raro ejemplar.

BIBLIOGRAFIA

- Aldrich, F. A. 1991. Some aspects of the systematics and biology of squid of the genus *Architeuthis* based on a study of specimens from Newfoundland waters. *Bull. Mar. Sci.*, **49** (1-2): 457-481.
- Arfelli, C. A., Amorim, A. F. de & Tomás, A. R. G. 1991. First record of a giant squid *Architeuthis sp.* Steenstrup, 1857 (Cephalopoda, Architeuthidae) in Brazilian waters. *B. Inst. Pesca*, **18** (único): 83-88.
- Brunetti, N. E., Elena, B., Rossi, G. R., Sakai, M., Fineda, S. E. & Ivanovic, M. I. *Architeuthis* in Argentine waters. Manuscrito.
- Carcelles, A. R. 1950. Catálogo de los moluscos marinos de la Patagonia. *Anales del Museo Nahuel*

M. E. Ré *et al.*: *Architeuthis* sp. de la Patagonia argentina.

- Huapi, 2, Buenos Aires, 8.
- Castellanos, Z. J. A. de & Menni, R. 1969. Nota preliminar sobre distribución de los cefalópodos del Atlántico sudoccidental. Lista de especies incluyendo las del sector antártico. *Anales Soc. Cient. Argentina*, 188 (5-6): 205-221.
- Clarke, M. R. 1966. A Review of the Systematics and Ecology of Oceanic Squids. *Adv. Mar. Biol.*, 4: 91-300.
- Clarke, M. R. (ed.). 1986. A handbook for the identification of cephalopods beaks. Clarendon Press, Oxford, 273 pp.
- Nesis, K. N. 1987. Cephalopods of the world. Neptune City, NJ, (USA), T.F.H. Publications, 351 pp.
- Roeleveld, M. A. C. & Lipinski, M. R. 1991. The giant squid *Architeuthis* in southern African waters. *J. Zool., Lond.*, 224: 431-477.
- Ruiz, A. & Fondacaro, R. 1996. Un calamar gigante en aguas de la plataforma patagónica. *Jornadas Patagónicas de Medio Ambiente*, Esquel, Chubut, Argentina, Resúmenes: 95.



MAREA ROJA Y MORTALIDAD MASIVA EN EL CANAL BEAGLE

Red tide and mass mortality in the Beagle Channel

Julio H. Vinuesa y Mabel L. Labal

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET), Avenida
Malvinas Argentinas s/n°, (9410) Ushuaia,
provincia de Tierra del Fuego.

ABSTRACT

An extraordinary red tide formed by the dinoflagellate *Alexandrium catenella* was observed in the Beagle Channel (Argentina) at the beginning of 1992. This red tide produced high mortalities in populations of marine animals, mainly seabirds, exceptionally high paralytic shellfish poisoning levels and noticeable discolorations in the Ushuaia Bay and the Beagle Channel.

Key words: Red tide, mass mortality, Beagle Channel.

Durante el siglo pasado y el actual se han mencionado mortalidades masivas causadas por hemotalasias las cuales han afectado tanto a invertebrados como a peces, aves y mamíferos, incluyendo ballenas. En particular exis-

ten numerosos trabajos que relacionan a diversos géneros de dinoflagelados con mortalidades masivas; la mayoría de los mismos involucra al género *Gonyaulax* (Nishikawa, 1901; Torrey, 1902; Kofoid, 1911; McKernan & Schef-

fer, 1942; Sommer & Clark, 1946; Connel & Cross, 1950; Günther, 1951; Kincaid, 1951; Steidinger & Joyce, 1973). Las dos principales especies causantes de hemotalasias tóxicas en el extremo sur de América pertenecen ahora al género *Alexandrium*: *A. catenella*, frecuente en el océano Pacífico sur y *A. tamarense* (= *A. excavatum*), en el océano Atlántico.

A principios de 1992 tuvo lugar una hemotalasia extraordinaria en las aguas del canal Beagle, debida a la proliferación del dinoflagelado *A. catenella*. El fenómeno alcanzó concentraciones excepcionales y produjo discoloraciones visibles en la bahía Ushuaia y en el canal Beagle. Coincidentemente se produjo el deceso de una persona de nacionalidad francesa por consumo de mejillones y se observaron mortalidades inusuales en varias poblaciones de animales de la zona.

La toxicidad máxima registrada en mejillones en esa oportunidad alcanzó a 127.200 μg STX / 100 g y un elevado contenido de toxina por célula, 325 pg STX / cél. (Benavides *et al.*, 1993).

En el Estrecho de Magallanes, el fenómeno fue observado algo antes, entre los meses de octubre y noviembre de 1991, comenzando en la boca oeste y expandiéndose luego por todos los canales aledaños, coincidentemente se produjo la muerte de 11 personas y cerca de 300 intoxicados en

Chile (Lambeye, 1992).

La primer alarma acerca de las elevadas mortalidades de poblaciones animales en el canal Beagle la dieron los navegantes a fines de enero, ya que hallaron elevadas cantidades de aves muertas flotando en las aguas, principalmente de tres especies: el cormorán imperial o de cuello blanco (*Phalacrocorax albiventer*), el pato-vapor no volador (*Tachyeres pteneres*) y el pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*). Con respecto a las aves, la población que presentó mayor mortalidad fue la del cormorán imperial, *P. albiventer*, con más de 850 muertes. Se estudiaron las causas efectuando necropsias en nueve ejemplares, recogidos en las aguas del canal Beagle. De estos, cinco ejemplares (cuatro juveniles y un adulto), se hallaban sin contenido en sus estómagos, flacos, muy parasitados y aparentemente subalimentados; dos ejemplares adultos se hallaban con contenido en sus estómagos, constituido éste por un "pasta" de sardina fueguina (*Clupea fueguensis*) y otros dos no presentaban contenido y sí claros síntomas de hemorragias en estómago e intestino. El único ejemplar estudiado de cormorán magallánico o de cuello negro, *P. magellanicus*, también presentaba estas características. Una visita realizada a la colonia de *P. albiventer* casi dos meses después del fenómeno, permitió reconocer unos 3000 nidos vacíos, hallando

más de 800 pichones y una decena de adultos muertos.

Entre los pingüinos, se registraron unas 30 muertes, estudiándose ocho ejemplares de pingüino de magallanes y un individuo joven de pingüino de penacho (*Eudyptes crestatus*). Los dos primeros ejemplares estudiados fueron pingüinos de Magallanes, uno de ellos con el estómago repleto de sardinas, por lo cual se pensó inicialmente que el organismo transvector era la sardina fueguina. Sin embargo, se pudo apreciar que cinco de los ejemplares muertos eran juveniles, con sus estómagos vacíos y en estado de subalimentación; el pingüino de penacho se hallaba en las mismas condiciones. Una visita a la pingüinera de I. Martillo permitió ver una decena de ejemplares muertos en la playa y varios animales con movimientos extraños, con dificultad para trasladarse, semiparalizados. Días antes, se había comprobado este hecho en una cantidad elevada de pingüinos (C. Noel, com. pers.).

Otra especie de ave marina que sufrió una mortalidad elevada en relación a su población, fue el pato-vapor no volador, que posee una biomasa pequeña en el canal Beagle. Se contabilizaron en el área cercana a Ushuaia veintidós ejemplares de esta especie, estudiándose ocho casos de muertes recientes; en seis de los mismos se comprobaron hemorragias digestivas como en el caso de las

aves ictiófagas. Un caso similar en esta misma especie fue observado por una veterinaria alemana que se hallaba de vacaciones en la zona (H. Monsalve, com. pers.).

Es un hecho conocido que en el ser humano la intoxicación con VPM (veneno paralizante de los mariscos) produce en algunos casos fuertes diarreas, que suelen ocasionar hemorragias estomacales; esto mismo parece haber ocurrido en las aves estudiadas.

También se registraron muertes en otras especies de aves, aunque con muy baja incidencia: dos ejemplares de *Larus dominicanus* y dos cauquenes costeros (*Chloephaga hybrida*) se observaron en las playas, el estado avanzado de descomposición no permitió analizar estos animales.

Posteriores recorridas por diversas playas de la zona, permitieron comprobar también la muerte de gaviotines, gaviotas, cauquenes blancos, cormoranes de cuello negro, pingüinos de penacho y aún gatos y perros.

Los tripulantes de embarcaciones y patronos mencionaron también el hallazgo de ejemplares muertos de gaviotín, probablemente *Sterna hirundinacea*, de merluzas de cola y de sardinas, durante sus recorridas. Como comentario destacable, todos los navegantes consultados observaron una disminución de la cantidad de petreles y albatros durante el verano, especies netamente ictiófagas. Las observaciones de

cadáveres en las aguas y en las playas indica que las mayores mortalidades se presentaron entre fines de enero y fines de febrero de 1992.

Casi todas las descripciones de mortalidades catastróficas se evidencian en organismos vagantes, nadadores, voladores ó, eventualmente, en organismos bentónicos no fijos al sustrato; sin embargo, existe una fauna sésil, que el hombre generalmente no percibe sino en casos excepcionales y es posible que se hayan producido mortalidades entre los organismos bentónicos. Entre los invertebrados se observaron en esta oportunidad mortalidades masivas en varias especies de almejas, principalmente *Eurhomalaea exalbida* y *Tawera gayi* en marzo y mayo; mejillones y, aparentemente, también en esponjas (Vinuesa, 1993).

En ocasiones las mortalidades asignadas a las mareas rojas podrían haber sido provocadas también por otros factores; en otros casos se han observado muertes provocadas aparentemente por mareas rojas y registradas como producidas por otros fenómenos (Brongersma-Sanders, 1957; Hayes & Austin, 1951).

Si bien las mortalidades registradas en esta ocasión fueron muy elevadas, no todas pueden ser atribuibles sin dudas a la toxicidad de esta hemotalasia, pudiendo ser en parte debidas a efectos secundarios del fenómeno. Al

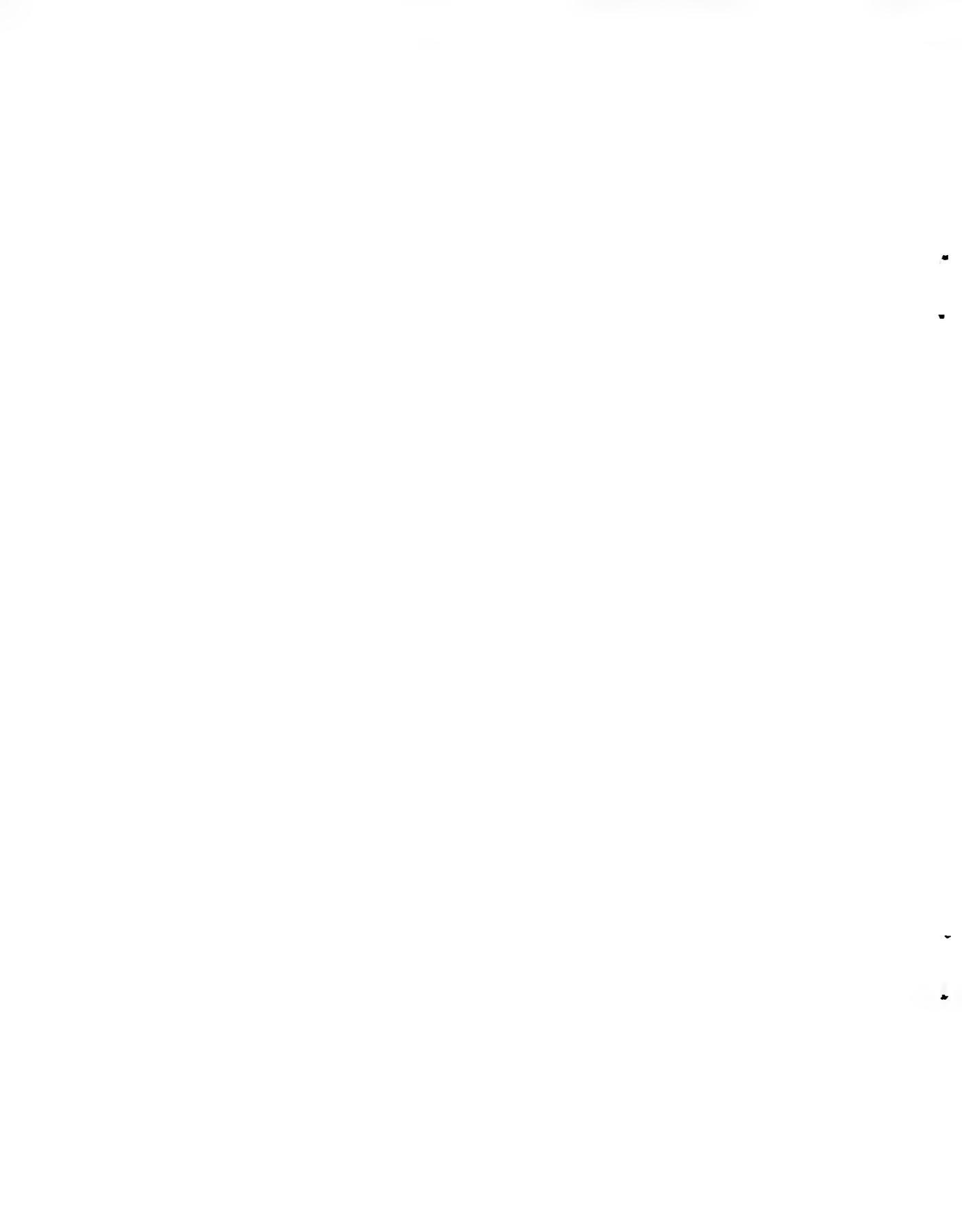
respecto, y con los datos disponibles, se cree que debido a la magnitud de la floración, las especies de peces que normalmente entran al canal Beagle no lo hicieron, motivo que explicaría también la ausencia de aves ictiófagas, como petreles y albatros. Esta ausencia de alimento produjo una importante mortalidad en la población de juveniles de cormoranes y pingüinos, especies ictiófagas con colonias en el área. Por otra parte, si bien se presentó una inusual mortalidad en ejemplares de estas especies por el consumo aparente de sardinias con alta toxicidad, debe tenerse en cuenta que estos se hallaban también débiles y mal alimentados. En el caso de *Tachyeres pteneres*, típicamente malacófago, su mortalidad estuvo claramente relacionada directamente con la ingestión de bivalvos con elevada toxicidad, mostrando un estudio realizado en el contenido estomacal de un ejemplar de esta especie una muy elevada toxicidad (Fabro, com. pers.).

BIBLIOGRAFIA

- Benavides, H., Prado, L., Diaz, S. & Carreto, J. I. 1993. An exceptional bloom of *Alexandrium catenella* in the Beagle Channel, Argentina. Contrib. INIDEP, 904.
- Brongersma-Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. Mem. Geol. Soc. America, 67: 941-1010.
- Connell, C. H. & Cross, J. B. 1950. Mass mortality of fish associated with

J. Vinuesa y M. Labal: Marea roja en el canal Beagle.

- the protozoan *Gonyaulax* in the Gulf of Mexico. *Science*, 12 (2909): 359-363.
- Günther, G. 1951. Mass mortality and dinoflagellate blooms in the Gulf of Mexico. *Science*, 113 (2931): 250.
- Hayes, H. L. & Austin, T. S. 1951. The distribution of discolored sea water. *Texas J. Sci.*, 3 (4): 530-541.
- Kofoed, C. A. 1911. Dinoflagellata of the San Diego Region. IV. The genus *Gonyaulax*. *Univ. Calif. Publ., Zool.*, 8 (4): 187-269.
- Lembeye, G. 1992. Major PSP outbreak in Chile, 1991-1992. *Harm. Alg. Newsl (IOC/UNESCO)*, 2: 1-2.
- McKernan, L. & Scheffer, V. B. 1942. Unusual numbers of dead birds on the Washington coast. *The Condor*, 44: 264-266.
- Nishikawa, T. 1901. *Gonyaulax* and the discoloured water in the Bay of Agu. *Annot. Zool., Japan*, 4: 31-34.
- Sommer, H. & Clark, F. N. 1946. Effect of red water on marine life in Santa Monica Bay, California. *Calif. Fish & Game*, 32 (2): 100-101.
- Steidinger, K. A. & Joyce, E. A. 1973. Florida red tides. *Fla. Dept. Nat. Res., Mar. Lab.*, 17: 26 pp.
- Torrey, J. 1902. An unusual occurrence of Dinoflagellata on the California coast. *Amer. Naturalist*, 36 (423): 187-192.
- Vinuesa, J. H. 1993. Marea Roja en el Canal Beagle. *Contr. Cient. CADIC, Ushuaia*, 16: 32 pp.



LOS CRUSTACEOS SERGESTIDOS EN LA ALIMENTACION DE LA MERLUZA (*MERLUCCIUS HUBBSI*) EN LAS COSTAS DEL CHUBUT.

Sergestidae crustaceans as food of hake (*Merluccius hubbsi*) on Chubut coast.

Guillermo M. Caille

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

ABSTRACT

The importance of crustaceans as food for the hake *Merluccius hubbsi* at the littoral of Chubut province (Argentina) was evaluated. At one of the sampling sites (Camarones Bay), the sergestid *Peisos petrunkevitchi*, was the main and almost exclusive food for the hake. It was concluded that crustaceans may be the base of hake diet at some coastal environments of Patagonia.

Key words: hake, *Merluccius hubbsi*, crustaceans as food, coastal zone, Patagonia.

Las actividades cuyos resultados se resumen en esta nota, se desarrollaron en el marco del convenio entre la Subsecretaría de Promoción y Desarrollo Económico de la Provincia del Chubut y la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia (Res. 231/89 CAFCN-UNP), para el estudio de las relaciones tróficas de las especies de interés comercial asociadas a las capturas del langostino *Pleoticus muelleri* Bate, 1888 (Decapoda, Solenoceridae). En esta etapa se propuso una evaluación de la importancia de los crustáceos peneidos y sergéstidos, en la alimentación de la merluza *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 (Gadiformes, Merlucciidae) en el litoral provincial.

Durante la campaña de enero de 1990, se obtuvieron capturas de merluza en dos de los cuatro lances realizados por el BIP Capitán Cánepa entre los 43° y 45° S: el lance 3, frente a punta Delfín (43° 37' S - 65° 10' W), del 20 de enero y el lance 4, en bahía Camarones (44° 47' 30" S - 65° 33' W), del 28 de enero. Los arrastres se efectuaron con red del tipo merlucera, sobre fondos de arena y fango, a profundidades entre 35 y 50 m, y tuvieron una duración de 30 minutos.

Se tomaron 4 unidades muestrales (u.m.) por lance (lance 3: u.m. 1, 2, 3 y 4; lance 4: u.m. 5, 6, 7 y 8), cada una con los estómagos de 10 ejemplares,

escogidos al azar de las merluzas de talla comercial (largo estándar > 35 cm) capturadas, y agrupados luego para su tratamiento numérico comparativo.

El material, fijado a bordo, se analizó en el laboratorio del Proyecto PIN90-SCyT/UNP. El análisis de los datos fue llevado a cabo en el Centro de Cómputos Trelew (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia).

Para el análisis de similitud alimentaria entre u.m. se aplicó el índice de Jaccard (Hazel, 1970; Hubaleck, 1982) y los resultados obtenidos con el mismo fueron agrupados mediante el método WPGMA o "weighted clustering" (Sneath y Sokal, 1973; Romesburg 1984).

En el fenograma, con un coeficiente de correlación cofenética igual a 0,97 (baja distorsión), se separaron dos grupos al nivel 50% de similitud, asimilables a cada una de las áreas comparadas (fig. 1).

En el área de punta Delfín, el 75 % de los estómagos contenía restos indeterminados. La anchoíta *Engraulis anchoita* Hubbs & Marini, 1935 (Clupeiformes, Engraulidae), presente en el 25% restante, resultó sin embargo el ítem presa más abundante: 95 % en volumen y 98 % en peso; con un índice de importancia relativa (Pinkas *et al.*, 1971) IRI = 4.800.

En el área de bahía Camarones, el camaroncito blanco *Peisus petrunkevitchi* Burkenroad, 1940

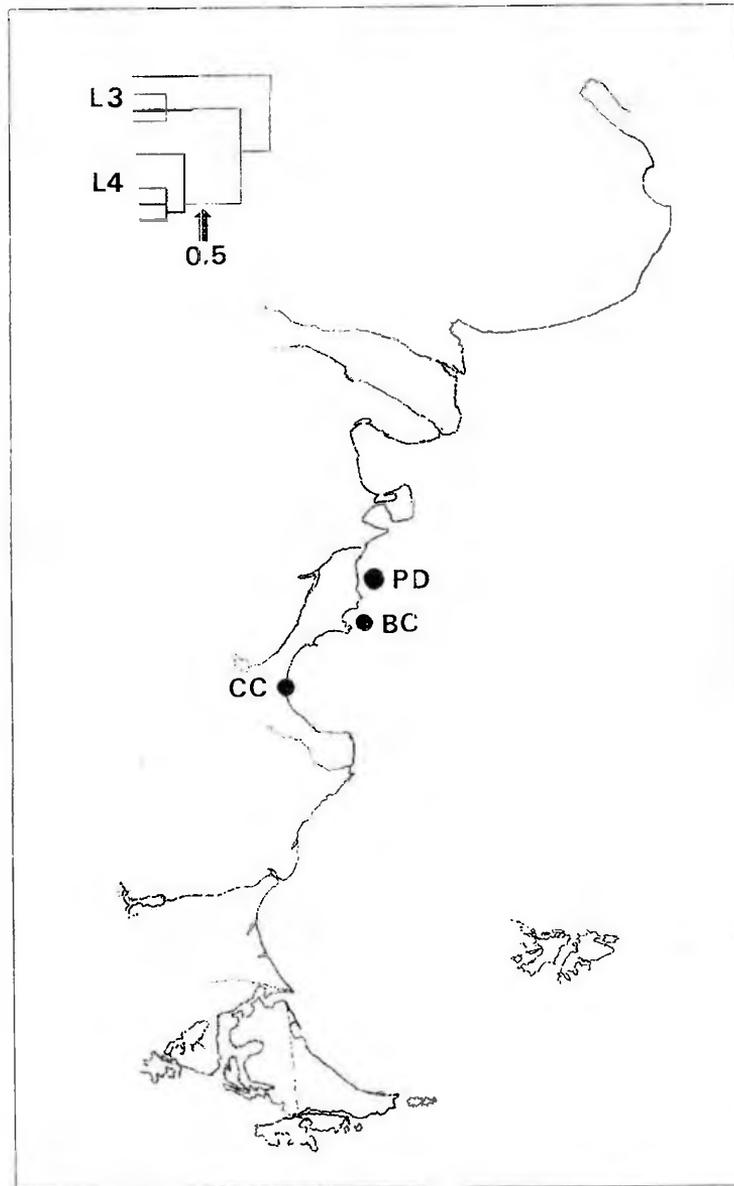


Figura 1: Ubicación de los lances analizados y grupos obtenidos con el método de agrupamiento WPGMA (Jaccard), la flecha señala el nivel del 50% de similitud en el fenograma. PD, Punta Delfín (lance 3); BC, Bahía Camarones (lance 4); CC, Comodoro Rivadavia.

G. Caille: *Peixos* en la dieta de la merluza.

(Decapoda, Sergestidae), presente en todos los estómagos. resultó el ítem presa más abundante: 93 % en volumen y 92 % en peso, con un IRI = 18.500. Este sergéstido es conocido en la región como "cría blanca".

La superposición de nichos entre los dos grupos (Schoener, 1970) se estimó como de un 20 %, pudiendo considerarse como poco solapados (Abrams, 1980; Colwell & Futuyma 1980; Slobodchikoff & Shultz, 1980).

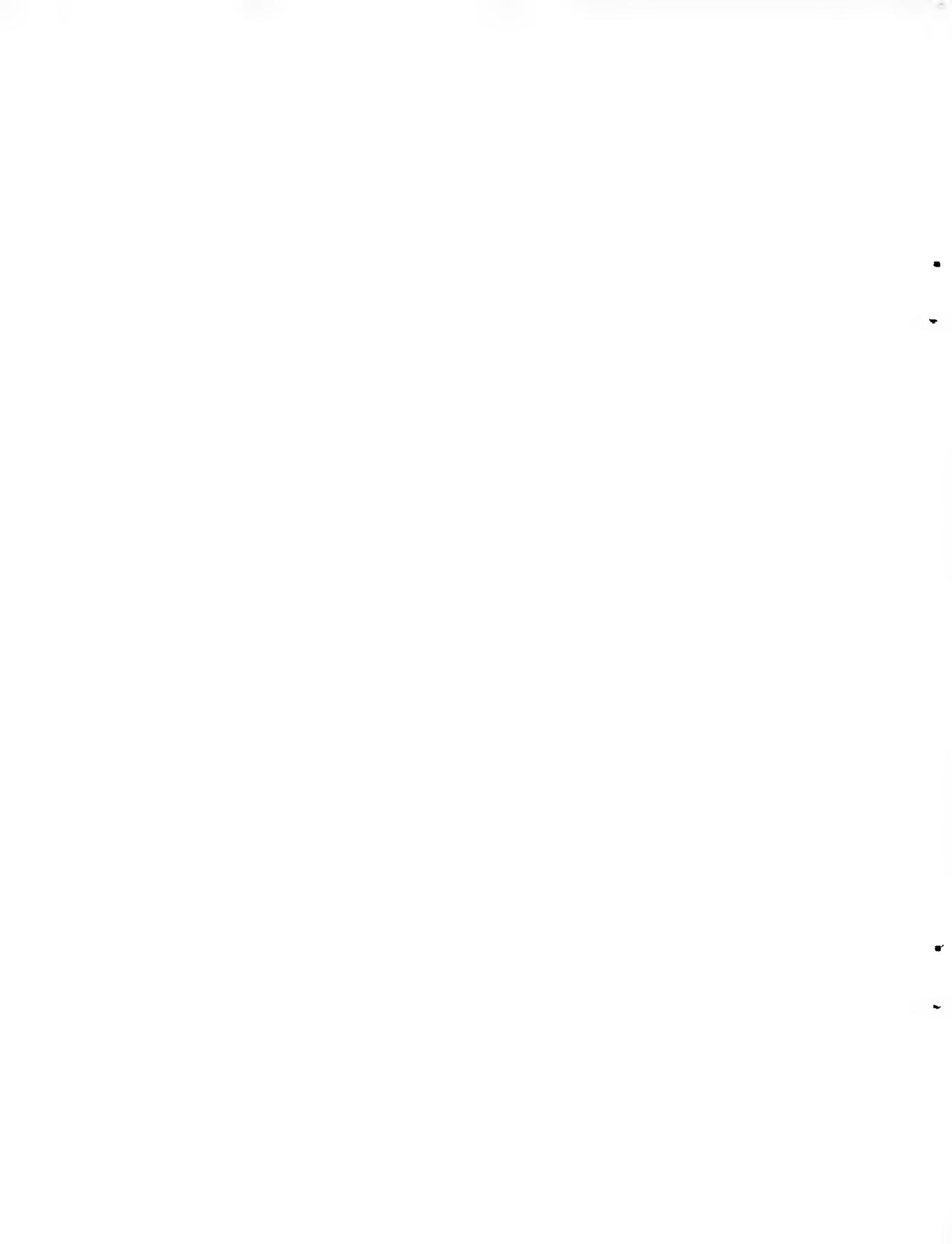
La merluza del Mar Argentino es considerada un predador generalista, siendo importantes los peces en su dieta, y su ecología trófica ha sido objeto de numerosos estudios durante los últimos treinta años (entre otros: Angelescu *et al.*, 1958; Prenski & Sánchez, 1991; Prenski & Angelescu, 1993). Consistente con ello, en punta Delfín, situada en el Norte de una de sus zonas principales de concentración estival y desove en Patagonia (Perez Comas, 1990; Bezzi *et al.*, 1994) la anchoíta (*Engraulis anchoita*), fue la presa de mayor importancia. Sin embargo, en la bahía Camarones, en el Sur de esta zona, el sergéstido *Peisos petrunkevitchi*, fue de manera casi excluyente su alimento principal. Así, las diferencias observadas entre dos áreas relativamente próximas entre sí, señalan que los crustáceos pueden constituirse en la base de la dieta de la merluza en ciertos ambientes de las costas de la Patagonia.

BIBLIOGRAFIA

- Abrams, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*, 6 (1): 44-49.
- Angelescu, V., F. Gneri & Nanni, A. 1958. La merluza del Mar Argentino. Servicio de Hidrografía Naval. Ser. H-1004, Buenos Aires, Argentina, 224 pp.
- Bezzi, S., Cañete, G., Pérez, M., Renzi M. & Lassen, H. 1994. Report of the INIDEP working group on assessment of hake (*Merluccius hubbsi*) north of 48° S (Southwest Atlantic Ocean). INIDEP (Argentina) Doc. Cient., 3: 5-28.
- Colwell, R. K. & Futuyma, D. J. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 54 (4): 567-576.
- Hazel, J. E., 1970. Binary coefficients and clustering in biostratigraphy. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 81: 3237-3252.
- Hubalek, Z. 1982. Coefficients of associations and similarity based on binary (presence-absence) data: an evaluation. *Biol. Rev.*, 57 (4): 669-689.
- Perez Comas, J. A. 1990. Biology and distribution at the argentine hake (*Merluccius hubbsi*): Considerations on its stock structure, migrations and dynamics of its nursery ground at San Jorge Gulf (Argentina). Master of Science Thesis. University of Washington.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. & Inverson, L. Z. 1971. Foods habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Dep. Fish. and Game Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Prenski, L. B. & Angelescu, V. 1993. Ecología trófica de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) del

G. Caille: *Peixos* en la dieta de la merluza.

- Mar Argentino. Parte 3. Consumo anual de alimento a nivel poblacional y su relación con la explotación de las pesquerías multiespecíficas. INIDEP (Argentina) Doc. Cient., 1: 1-118.
- Prenski, L. B. & Sánchez, F. 1991. Alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en un sector del talud. 8^{vo}. Simposio Científico Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Montevideo, Uruguay, Resúmenes: 9.
- Romesburg, H. C. 1984. Cluster analysis for researches. Lifetime Learning Publ., Belmont, California, 334 pp.
- Schoener, T. W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 51 (3): 408-418.
- Slobodchicoff, C. N. & Schultz, W. C. 1980. Measures of niche overlap. *Ecology*, 61 (5): 1051-1055.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. Freeman & Co., San Francisco. 573 pp.



CRECIMIENTO DE *DUNALLIELLA SALINA*, *D. TERTIOLECTA* Y *TETRASELMIS MACULATA* EN VARIOS MEDIOS NUTRITIVOS.

Growth of *Dunaliella salina*, *D. tertiolecta* and *Tetraselmis maculata* in several enrichment media.

Alicia Rico, Susana Perales y Laura Pérez

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Ciudad Universitaria, Km 3, (9000) Comodoro Rivadavia

ABSTRACT

Growth was compared of *Dunaliella salina*, *D. tertiolecta* and *Tetraselmis maculata* cultured during a 18 days period in four different culture media. With "f/2" *D. salina* produced 180×10^4 cells.ml⁻¹, *D. tertiolecta* 300×10^4 cells.ml⁻¹ and *T. maculata* 90×10^4 cells.ml⁻¹. In Grund, *D. salina* produced 100×10^4 cells.ml⁻¹; *D. tertiolecta* 200×10^4 cells.ml⁻¹ and *T. maculata* 80×10^4 cells.ml⁻¹. In Erdschreiber cells density amounted $50-70 \times 10^4$ cells.ml⁻¹ for the three considered strains. In Erdschreiber only for *T. maculata* some growth was obtained. Erdschreiber was chosen for culture maintenance because its cost is low and "f/2" to attain densities to start cultures at bigger volumes.

Key words: microalgae, culture, enrichment media.

Las algas unicelulares se cultivan desde hace varias décadas en laboratorio y en sistemas comerciales para la alimentación de distintos organismos y extracción de sustancias de interés en la industria farmacéutica. Estos fines requieren la producción de

biomasas importantes de microalgas, para lo que es necesario la optimización en las condiciones de cultivo e identificación de los factores que afectan al crecimiento de las cepas.

En el marco del proyecto: "Cultivo con fines económicos de algas unicelulares marinas" (UNP-SJB) se ha puesto a punto el cultivo en volúmenes reducidos de tres cepas de microalgas marinas: *Dunaliella salina* Teodoresco, *D. tertiolecta* Butcher y *Tetraselmis maculata* Butcher, en varios medios de distinta composición.

Los medios se seleccionaron entre los que tienen como base agua de mar con diferentes enriquecimientos en macronutrientes, micronutrientes y vitaminas. Las experiencias se realizaron utilizando los siguientes medios: Erdschreiber (Schreiber, 1927); Grund (Von Stosch, 1963, 1969); ES (Provasoli, 1968) y "f/2" (Guillard & Ryther, 1962), siguiéndose en cada caso las indicaciones para su preparación en Provasoli (1968) y McLachlan (1973).

El agua de mar utilizada fue recogida en zonas alejadas de los centros urbanos y mantenida en oscuridad varios meses (agua envejecida), posteriormente fue filtrada utilizando filtros de 45 μm . El pH inicial se ajustó a 8 en todos los casos con 1 N HCl ó 1 N NaOH. Para evitar la precipitación durante el autoclavado se adicionó 0,5 g l⁻¹ de tris. El trata-

miento del material de vidrio y la esterilización del medio nutritivo se realizaron en autoclave siguiendo técnicas microbiológicas estándar. La preparación del medio y el manipuleo de las algas se hicieron en un cuarto de siembra provisto de luz ultravioleta.

Para realizar las comparaciones se inocularon volúmenes de 0,1 ml de cultivos en fase exponencial de cada una de las cepas en tubos de ensayo con 10 ml de cada uno de los medios citados. Los mismos se mantuvieron en cámara de cultivo a 21 °C con renovación de aire; iluminación con tubos fluorescentes luz-día de 415 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ y fotoperíodo de 16:8 hs. El intercambio gaseoso se realizó a través del tapón de algodón, con agitación diaria de los tubos de ensayo.

El crecimiento fue determinado por el conteo periódico de la densidad del cultivo usando un hematocitómetro de 0,1 mm de profundidad mejorado con regla de Neubauer. Los conteos se hicieron sobre submuestras fijadas con I₂, por triplicado, realizándose diluciones en los casos en que el número de células era muy elevado (Guillard, 1973; 1976; Venrick, 1978).

Las concentraciones máximas fueron alcanzadas en el medio "f/2" por *D. salina*, obteniéndose 180 x 10⁴ células.ml⁻¹ a los 18 días de iniciado el cultivo. *D. tertiolecta* produjo 300 x 10⁴ células.ml⁻¹ y *T. maculata* 90 x 10⁴

células.ml⁻¹ en el mismo período.

En segundo término se ubicaron las concentraciones obtenidas en el medio de Grund, en el cual *D. salina* alcanzó una concentración de 100×10^4 células.ml⁻¹ a los 18 días; *D. tertiolecta* 200×10^4 células.ml⁻¹ y *T. maculata* 80×10^4 células.ml⁻¹.

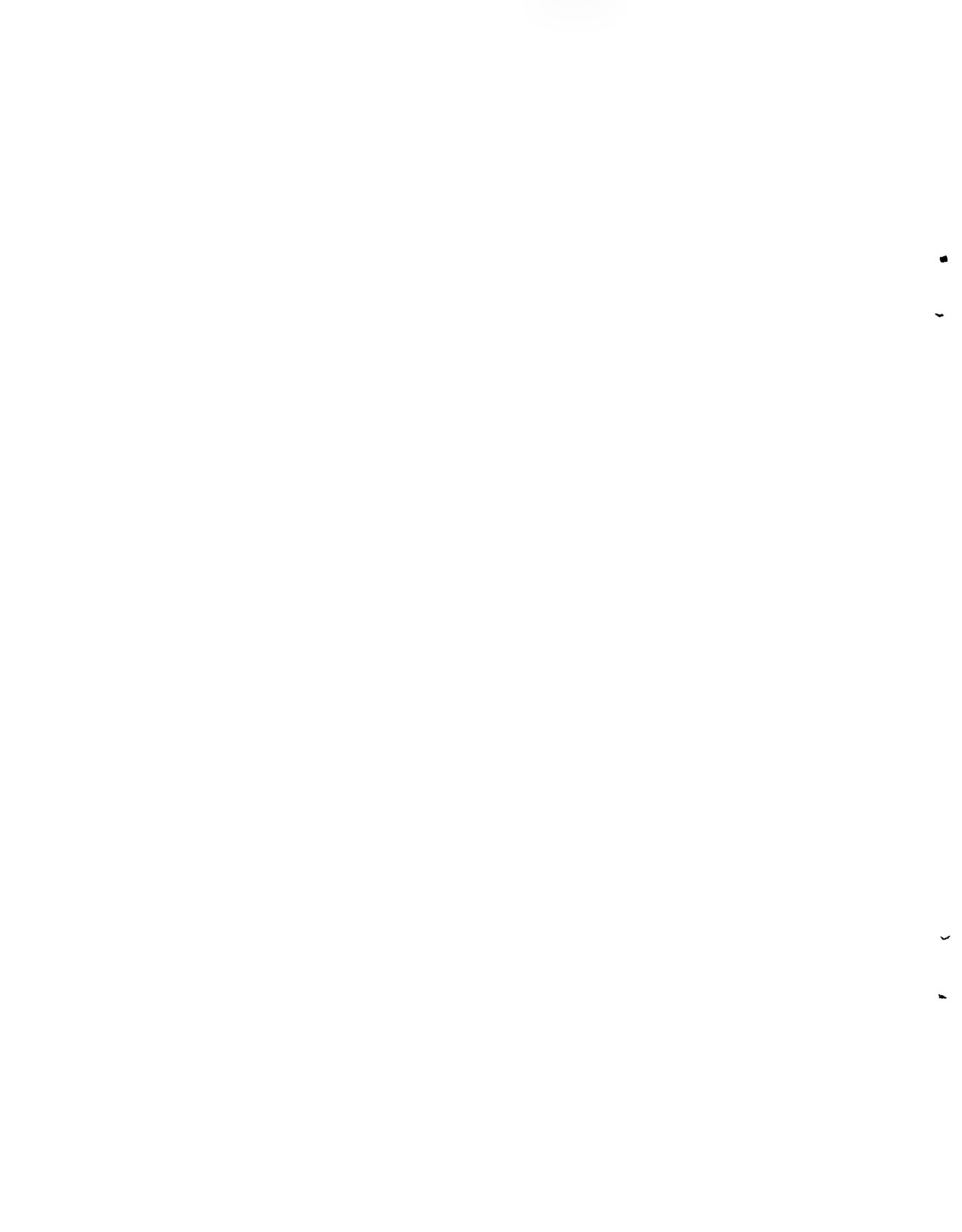
En el medio Erdschreiber las concentraciones alcanzadas para el mismo período de tiempo variaron entre 50 y 70×10^4 células.ml⁻¹ en las tres cepas consideradas y en el medio ES sólo se obtuvo un crecimiento muy bajo en *T. maculata*.

Por los resultados obtenidos y su bajo costo se escogió el medio Erdschreiber para el mantenimiento de las colecciones, el cual ha sido usado satisfactoriamente por varios laboratorios para una amplia variedad de organismos.

El medio "f/2", en el cual se obtienen los mejores resultados, es utilizado en nuestro laboratorio para obtener en menor tiempo la concentración de células requerida para iniciar cultivos en volúmenes intermedios.

BIBLIOGRAFIA

- Guillard, R. L. 1973. Division rates. En J. R. Stein (ed.) Handbook of physiological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press. 289-311.
- Guillard, R. L. & Ryther, J. H. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Husted and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Can. J. Microbiol., 8: 229-239.
- McLachlan, J. 1973. Growth media. En J. R. Stein (ed.) Handbook of physiological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 25-51.
- Provasoli, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. En A. Watanabe & A. Hattori (eds) Cultures and collection of Algae Proc. U. S. Japan Conf. Hakone. Set. 1966. Jap. Soc. Plant Physiol.: 63-75.
- Schreiber, J. 1927. Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Wiss. Meeresunters. N. F., 16: 1-34.
- Venrick, E. 1978. How many cells to count? En A. Sournia (ed.) Phytoplankton manual: 167-180.
- Von Stosch, H. A. 1963. Wirkung von Jod und Arsenit auf Meeresalgen in Kultur. En D. De Virville & J. Feldman (eds) Proc. Int. Seaweed Symp. 4. Pergamon Press, Oxford: 142-150.
- Von Stosch, H. A. 1969. Observations on *Corallina*, *Jania* and other red algae in culture. En R. Margalef (ed.) Proc. Int. Seaweed Symp. 6. Dirección General de Pesca Marítima, Madrid: 389-399.



**ESTADO FISIOLÓGICO Y TAMAÑO DEL INOCULO
INICIAL EN CULTIVOS DE *TETRASELMIS MACULATA*
(BUTCHER).**

**Physiological condition and initial inocule size in cultu-
res of *Tetraselmis maculata* (Butcher).**

Rico Alicia, Susana Perales y Laura Pérez

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco. Facultad de Ciencias
Naturales, Ciudad Universitaria, Km 3, (9000) Comodoro Rivadavia,
provincia del Chubut, Argentina.

ABSTRACT

Tetraselmis maculata was cultured from two different initial densities (5×10^4 células.ml⁻¹ and 10×10^4 células.ml⁻¹) and two different conditions of the parent culture (aged and exponential growth). Best growth was obtained beginning with 5×10^4 células.ml⁻¹ from a culture at the exponential growth phase.

Key words: microalgae, inocule, culture.

De la gran variedad de algas unicelulares que se desarrollan en el mar sólo unas pocas especies han podido ser cultivadas (Laing, 1991), ellas se cuentan mayoritariamente entre ciertas Chlorophyta unicelulares y diatomeas.

Las microalgas marinas, con

su alto contenido en ácidos grasos omega-3, representan una fuente inexplorada de recursos con atractivas posibilidades para la alimentación animal y la obtención de biomoléculas de interés industrial (Volkman *et al.*, 1989; Molina *et al.*, 1991; Sánchez *et al.*, 1993).

Para optimizar su producción es necesaria la identificación de variables que afectan el desarrollo en cultivo de las cepas seleccionadas. La concentración de células en el inóculo inicial y su caracterización fisiológica son datos no citados habitualmente en la bibliografía de uso corriente (McLachlan, 1973; Alveal *et al.*, 1995). Informamos en esta nota la influencia de estos factores sobre un cultivo de *Tetraselmis maculata* en volumen reducido.

De las cepas con que cuenta el Laboratorio de Biología General (Sede Comodoro Rivadavia de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco) seleccionó la especie citada para realizar observaciones sobre la influencia de los parámetros mencionados en el desarrollo del cultivo. Esta elección estuvo basada en el hecho de tratarse de un alga de fácil cultivo, frecuentemente utilizada en la alimentación de invertebrados y de buen valor nutritivo (Albarracín de Espíndola, 1984).

Se comparó primeramente el crecimiento de las microalgas a partir de inóculos de diferente tamaño. Para ello se ajustó el volumen del inóculo de manera de contar en los nuevos cultivos con una concentración inicial de 5×10^4 células. ml^{-1} ó de 10×10^4 células. ml^{-1} .

En segundo lugar se realizaron ensayos para comparar el crecimiento de las microalgas a partir

de un cultivo envejecido y de uno en fase exponencial.

Las experiencias se realizaron en volúmenes de 10, 50 y 100 ml en recipientes de 20, 25 y 250 ml de capacidad respectivamente, con tres repeticiones en cada uno de los ensayos. Se utilizó el medio de cultivo descrito en Laing (1991), para lo cual se prepararon las siguientes soluciones stock en agua destilada:

Solución A (g.l^{-1}):

Fe Cl_3 : 0,8 g.;

Mn Cl_2 : 0,4 g.;

H_3BO_3 : 33,6 g.;

EDTA di sódico: 45,0 g.;

Na $\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 20,0 g.;

Na NO_3 : 100,0 g.;

Se añade 1,0 ml de la solución B.

Solución B (g.100 ml^{-1}):

Zn Cl_2 : 2,1 g.;

Co $\text{Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: 22,0 g.;

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0,9 g.;

Cu $\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 22,0 g.;

H Cl: 10,0 ml;

Solución C (g.200ml^{-1}):

Tiamina: 0,2 g.;

Se añaden 25,0 ml de la solución E.

Solución D: contiene el sílice, se utiliza sólo en medios para cultivo de diatomeas.

Solución E (g.250 ml^{-1}):

Cianocobalamina: 0,1 g.

Para la preparación final del

medio se se añaden y diluyen, por cada litro de agua de mar filtrada y esterilizada, 2,0 ml de la solución A y 0,2 ml de la solución C.

El material de vidrio y el medio nutritivo se esterilizaron siguiendo las técnicas microbiológicas convencionales. Las condiciones experimentales fueron un pH inicial = 8,0, temperatura 21 °C e intensidad luminosa de 415 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$. El inóculo provenía, en todos los casos, de un cultivo en medio Erdschreiber (Schreiber, 1927).

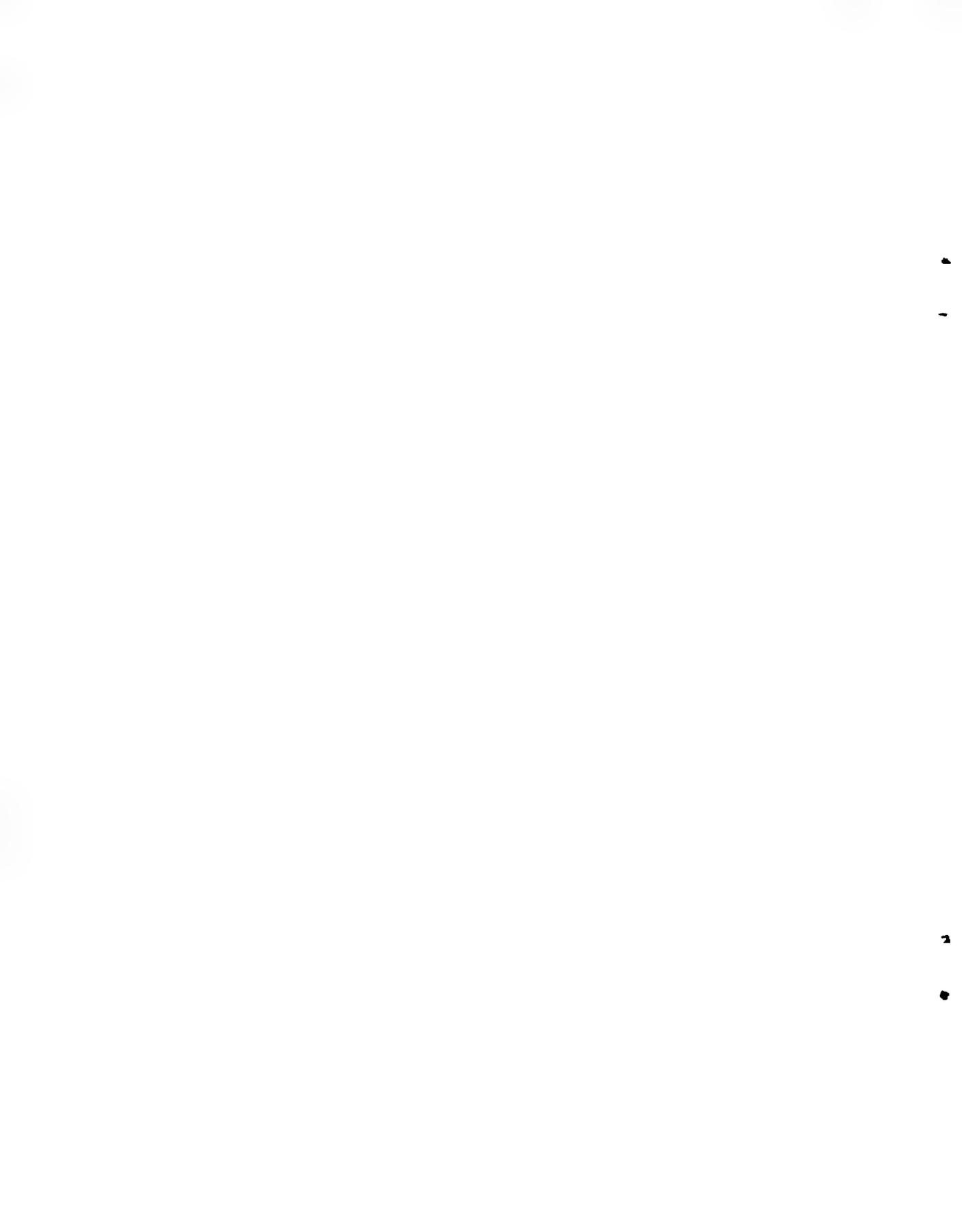
En la comparación de los inóculos con distinta concentración de células, la fase exponencial comenzó a los dos días con el inóculo de 5×10^4 células. ml^{-1} y a los cuatro días con el de 10×10^4 células. ml^{-1} .

En la comparación del estado inicial del inóculo, la máxima concentración de células se alcanzó, a partir del inóculo en fase exponencial, a los ocho días de iniciado el cultivo, y en doce días a partir del inóculo del cultivo envejecido.

El mejor desarrollo los cultivos en pequeños volúmenes y en las condiciones descritas se logra partiendo de un inóculo de 5×10^4 células. ml^{-1} y de un cultivo en fase exponencial.

BIBLIOGRAFIA

- Albarracín de Espíndola I. 1934. Alimentación de larvas de bivalvos con algas unicelulares. I. Observaciones preliminares. Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, Argentina. Contrib. N° 94: 17 pp.
- Alveal, K., Ferrario, M., Olivera, E. & Sar, E. (eds.) 1995. Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Chile, 863 pp.
- Laing I. 1991. Cultivation of marine unicellular algae. Laboratory Leaflet 67. Lowestoft.
- McLachlan, J. 1973. Growth Media. En J. R. Stein (ed.) Handbook of Phycological Methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge University Press, Cambridge: 25-51.
- Molina, E., Martínez, M. E., Sánchez, S., García, F. & Contreras, A. 1991. Growth and biochemical composition with emphasis on the fatty acids of *Tetraselmis* sp. Appl. Microbiol. Biotechnol., 36: 21-25.
- Sánchez, S., Martínez, M. E., Molina, E., de la Casa, J. & García, F. 1993. The influence of culture media and aeration rate on the growth and fatty-acid content of *Skeletonema costatum*. Process. Biochem., 28: 289-296.
- Schreiber, E. 1927. Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Wiss. Meeresuntersuch. N. F., 16: 1-34.
- Volkman, J., Jeffrey, S., Nichols, P., Rogers, G. & Garland, C. 1989. Fatty acid and lipid composition of ten species of microalgae used in mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 128: 219-240.



Envío de originales

Los originales deberán ser remitidos a :

Naturalia patagónica.

Facultad de Ciencias Naturales.

Universidad Nacional de la Patagonia.

San Juan Bosco.

Ciudad Universitaria, Km 4.

9000 Comodoro Rivadavia.

Provincia de Chubut.

República Argentina.

Instrucciones para los autores

Consultar las instrucciones para los autores en *Normas y sugerencias para los autores* : Naturalia patagónica v. 2. 3 (i- ix) o solicitar copia de las mismas a la dirección anterior.

MARGUET, E., ALOISI, P. & BRUNT, S. Efecto de parámetros fisicoquímicos sobre las características cinéticas de la β -D-glucuronidasa..... 111 - 119

PASTOR, C. T. & BALA, L. Estudios de base en la bahía de Puerto Madryn (golfo Nuevo, Chubut): Pigmentos fotosintéticos121 - 137

SCOLARO, J., LAURENTI, S. & GALLELLI, H. El área de alimentación como reserva en una colonia del Pingüino Patagónico (*Spheniscus Magellanicus*).....139 - 148

BRUZZO, G. Efecto de la salinización progresiva del medio en juveniles de menos de un año de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).....149 - 159

NOTAS

RE, M. E., BARON, P. J. & BERON, J. C. *Architeuthis* sp. Steenstrup 1857 (Mollusca, Cephalopoda) de bahía Bustamante, Patagonia Argentina..... 161 - 165

VINUESA, J. H. & LABAL, M. L. Marea roja y mortalidad masiva en el canal Beagle.....167 - 171

CAILLE, G. M. Los crustáceos sergéstidos en la alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en las costas del Chubut.....173 - 177

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Crecimiento de *Dunaliella salina*, *D. tertiolecta* y *Tetraselmis maculata* en varios medios nutritivos.....179 - 181

RICO, A., PERALES, S. & PEREZ, L. Estado fisiológico y tamaño del inóculo inicial en cultivos de *Tetraselmis maculata* (Butcher).....183 - 185

CONTENIDO

ARTICULO DE REVISION

STORTZ, C. A., CASES, M. & CEREZO, A. S. Los coralinanos, nuevos agaroides que buscan ubicación entre los galactanos de algas rojas.....1 - 31

ARTICULOS CIENTIFICOS

ISLA, M. S. & GORDILLO, S. Edad y crecimiento de la almeja *Tawera gayi* (Hupé) de bahía Golondrina (Canal Beagle, Tierra del Fuego)..... 33 - 40

MIRALLES, D. B. & VILLALOBOS, C. Una nueva especie de *Gordius* (Linné, 1758) (Gordiaceae, Nematomorpha) de la Patagonia41 - 45

BORASO DE ZAIXSO, A. & ZAIXSO, H. Asociaciones de macroalgas intermareales en el golfo San José (Provincia del Chubut, Argentina).....47 - 64

FONDACARO, R. R. & RUIZ, A. E. Capturas y esfuerzos en la pesquería de merluza (*Merluccius hubbsi*) del área de isla Escondida (Patagonia): 1985 - 1992.....65 - 74

MISERENDINO, M. L. Ninfas de Plecoptera de ambientes lóticos del noroeste del Chubut.....75 - 83

LIBENSON, L. V. La dieta del cormorán cuello negro (*Phalacrocorax magellanicus*) y el cormorán real (*P. albiventer*) en el puerto de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina).....85 - 94

HERRERA, M. E. & COUSSEAU, M. B. Comparación del esqueleto óseo de dos especies de peces de la familia Pinguipedidae.....95 - 110