

Ictiólogos de la Argentina

Gustavo Alfredo Rae



ISSN 1515-9329

2012

Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez

ProBiota, FCNyM, UNLP

Serie Técnica y Didáctica N° 14 (35)

Indizada en la base de datos ASFAC.S.A.

Ictiólogos de la Argentina

Gustavo Alfredo Rae

Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez

División Zoología Vertebrados

Museo de La Plata

UNLP

- 2012 -

**Imagen de tapa
Gustavo Alfredo Rae en la Antártida, 1995**

En esta serie se mencionan a todos aquellos que, a través de sus pequeños o grandes aportes, contribuyeron a la consolidación de la disciplina en nuestro país.

El plan general de esta contribución consiste en la elaboración de fichas individuales que contengan una lista de trabajos de los diferentes autores, acompañadas por bibliografía de referencia y, cuando ello fuera posible, por imágenes personales y material adicional.

Se tratará de guardar un orden cronológico, pero esto no es excluyente, ya que priorizaremos las sucesivas ediciones al material disponible.

Este es otro camino para rescatar y revalorizar a quienes en diversos contextos históricos sentaron las bases de lo que hoy es la ictiología nacional.

Considero que este es el comienzo de una obra de mayor magnitud en la que se logre describir una parte importante de la historia de las ciencias naturales de la República Argentina.

Hugo L. López

This series will include all those people who, by means of their contributions, great and small, played a part in the consolidation of ichthyology in Argentina.

The general plan of this work consists of individual factsheets containing a list of works by each author, along with reference bibliography and, whenever possible, personal pictures and additional material.

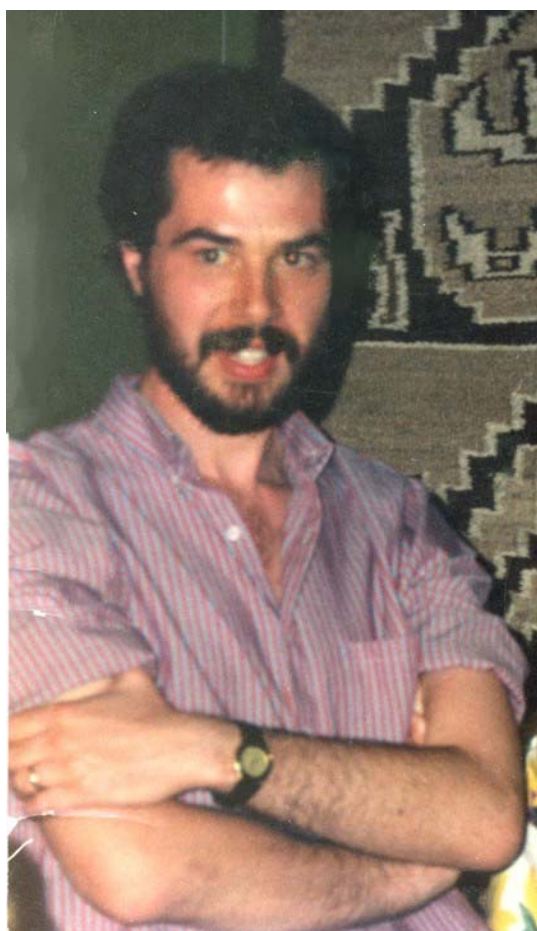
The datasheets will be published primarily in chronological order, although this is subject to change by the availability of materials for successive editions.

This work represents another approach for the recovery and revalorization of those who set the foundations of Argentine ichthyology while in diverse historical circumstances.

I expect this to be the beginning of a major work that achieves the description of such a significant part of the history of natural sciences in Argentina.

Hugo L. López

Gustavo Alfredo Rae **Ictiólogo**



07/02/63 – 03/08/99

"Flaca, encontré mi lugar en el mundo"

Así fue como una noche en Ushuaia comenzamos con una de nuestras tantas y largas tertulias.

Y era verdad. De chiquito siempre se le notaba su veta biológica, pasando horas avistando aves con sus largavistas, cuidando animales que encontraba en la calle, disfrutando de los peces en un acuario o cuidando sapitos que tiraba en el jardín de casa.

Con el tiempo, terminó el secundario, afianzándose todavía más sus gustos, comenzando la Facultad en La Plata, sus viajes de campaña al norte y a San Antonio Oeste, llegando por fin Ushuaia con la beca del CONICET.

Al principio el desarraigo se hizo difícil, pero con el tiempo todo comenzó a cambiar. Ya el CADIC se transformó en su casa, esta ciudad gélida en su lugar en el mundo, lugar en donde nació su hijo al que amaba, donde tuvo excelentes amigos y algunos hermanos del corazón, en especial Nemesio San Román.

Pudo desarrollar parte de su carrera en el poco tiempo que tuvo, hombre de convicciones firmes, honesto, entero, con un sentido superlativo de la justicia, con un amor entrañable por lo que hacía, con una entrega absoluta tanto a su carrera como a su amor más grande -su hijo-

Desgraciadamente la vida lo llevó temprano, tan solo con 36 años., con una carrera prometedora a la que repito amaba apasionadamente, con un hijo para ver crecer, dejándonos a todos rengos con su muerte, pero con el recuerdo de la integridad de su alma, de la pasión por lo que hacía, por la lucha por sus afectos y de pelear la vida hasta sus últimos segundos.

Te amo Hermano

Lizzie Rae



Gustavo y Lizzie Rae, Ushuaia, 1995

Diario El Día 5 de agosto de 1999

Avisos Fúnebres

† GUSTAVO ALFREDO RAE
(Q.E.P.D.) Falleció el 03-08-1999, en Ushuaia.- Sus padres: Dr. Alfredo J.Rae y Gladys E.Galvan de Rae, su hermana: Dra. Lizzi Rae, su hijo Jeronimo, tíos, tíos políticos, primos, primos políticos, participan su fallecimiento y que sus restos serán inhumados cementerio Parque del Campanario, hoy 15.30 horas. Galliano e Hijos: Avda. 53 N° 1181, Telefax 451-7360.(Sep.

† GUSTAVO ALFREDO RAE
(Q.E.P.D.) Falleció el 03-08-1999.- Su tía y madrina: Chela Galvan, participa su fallecimiento con profundo dolor y que sus restos serán inhumados cementerio Parque del Campanario, hoy 15.30 horas. Galliano e Hijos: Avda. 53 N° 1181, Telefax 451-7360.(Sep.



Equipo de rugby de Ushuaia
Derecha- izquierda, de pie, Gustavo Rae y Jorge Rabassa, primero y cuarto respectivamente



Gustavo y Lizzie Rae, Mar del Plata, 1967/68



Con su padre Alfredo Julio Rae y Nemesio San Román, Ushuaia, 1996



Con su padre Alfredo Julio, su madre Gladys y su hijo Jerónimo, Ushuaia, 1996

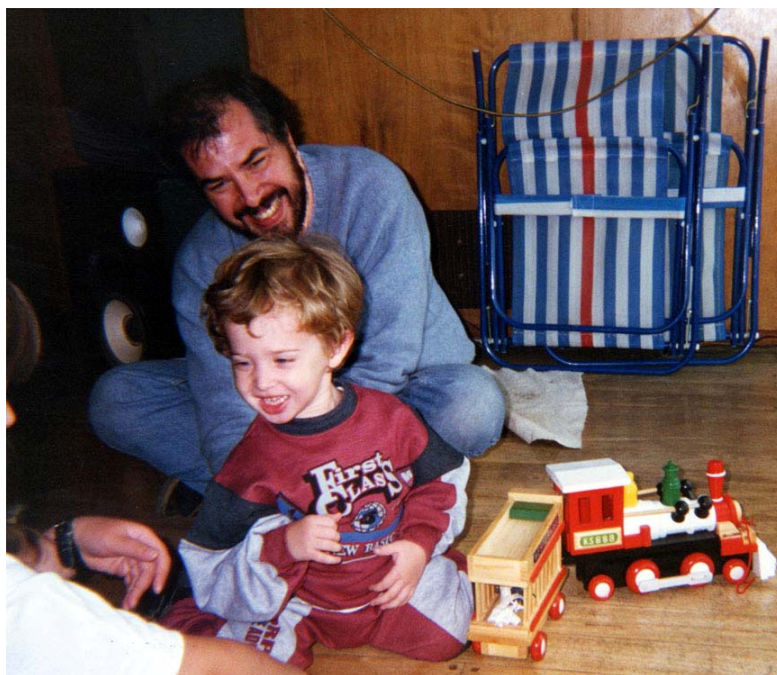


Gustavo y Lizzie Rae, Ushuaia, 1998



Con su hijo Jerónimo y su hermana Lizzie, Ushuaia, 1998

Fotografías con su hijo Jerónimo en Ushuaia



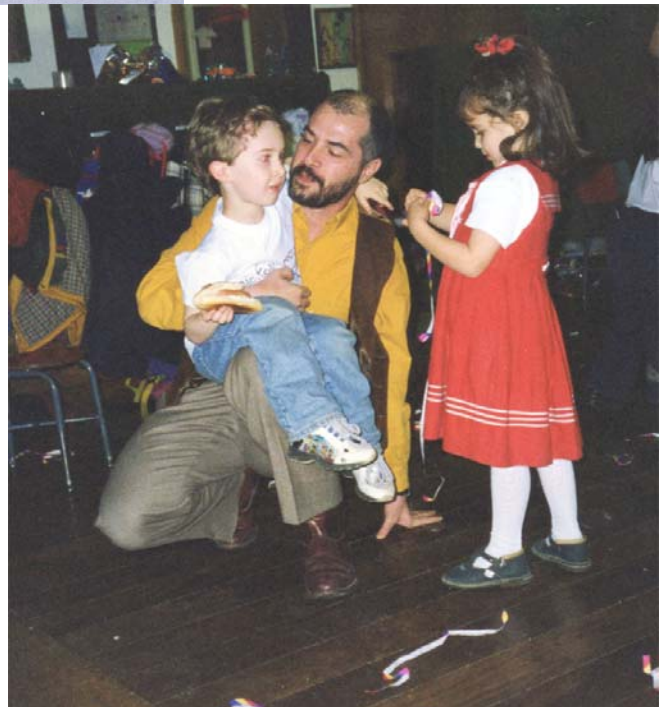
1994

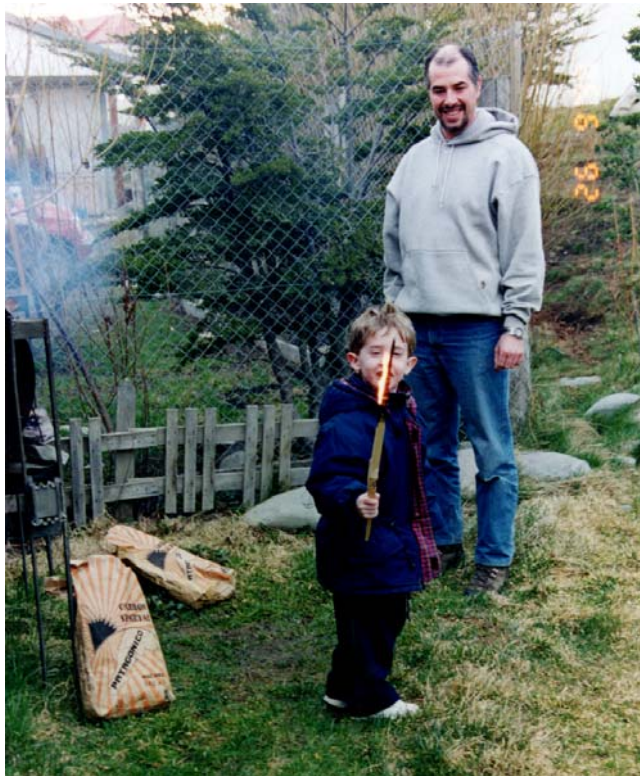




1995

1997
Cumpleaños de Jerónimo





1998





En el Laboratorio de Ecología Reproductiva, CADIC-CONICET

Antecedentes

Ingresó al Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, como Becario de Iniciación del CONICET durante el período 1987 - 1989. Continuó como Becario de Perfeccionamiento hasta 1994 y como Investigador Adjunto en el Laboratorio de Ecología Reproductiva hasta su fallecimiento en 1999.

En mayo de 1991 obtuvo el título de Doctor en Ciencias Naturales en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.



Defensa de su tesis en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 1991

Resúmenes de Tesis Doctorales

Tesis n°: 0573

Area: Biología

Rae, Gustavo Alfredo. Biología reproductiva comparada de dos especies de Notothenidos del canal Beagle

Director(es): Calvo, Jorge; Miquelarena, Amalia María

La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, 1991.

Los teleósteos exhiben una amplia gama de características reproductivas que junto a la rica variedad de patrones demográficos conforman el sustrato sobre los que actúa la selección natural, permitiendo a las especies adaptarse a los diferentes ambientes y en última instancia maximizar la supervivencia de las crías. Como consecuencia de esta acción se produce equilibrios dinámicos en las relaciones costo-beneficio entre los diferentes parámetros de historia de vida. De esto último, se desprende la importancia que tiene la comprensión y el estudio minucioso de las características reproductivas como una forma de alcanzar un mejor entendimiento de los procesos de historia vital. Las especies seleccionadas *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845) y *Paranotothenia magellanica* (Foster 1801) pertenecen al suborden Notothenioidei, grupo dominante y de gran importancia comercial en aguas antárticas, subantárticas y en el Canal Beagle. El objetivo de la presente investigación es definir los distintos patrones reproductivos con el objetivo de comparar las estrategias reproductivas de las especies seleccionadas.

El material utilizado provino de muestreos realizados con redes de enmalle con distintos tamaños de malla, caladas a distintas profundidades y en distintas estaciones fijas de muestreos. El material recolectado fue procesado según técnicas corrientes, las gónadas extraídas fueron fijadas en fluido de Bouin o en formol al 10% según las necesidades. Para el análisis histológico se ensayaron distintas coloraciones: hematoxilina de Groat con eosina o ácido peryódico de Schiff; tricrómico de Gomori y Azan de Heindenhain. Las variaciones estacionales en el peso de las gónadas e hígado fueron expresadas por medio de los índices gonadosomáticos y hepatosomáticos, respectivamente. Por último, para la determinación de la fecundidad se ensayaron los métodos estereométrico, gravimétrico por peso húmedo y gravimétrico por peso seco. Los datos resultantes fueron confrontados con la longitud y el peso total por medio de regresiones.

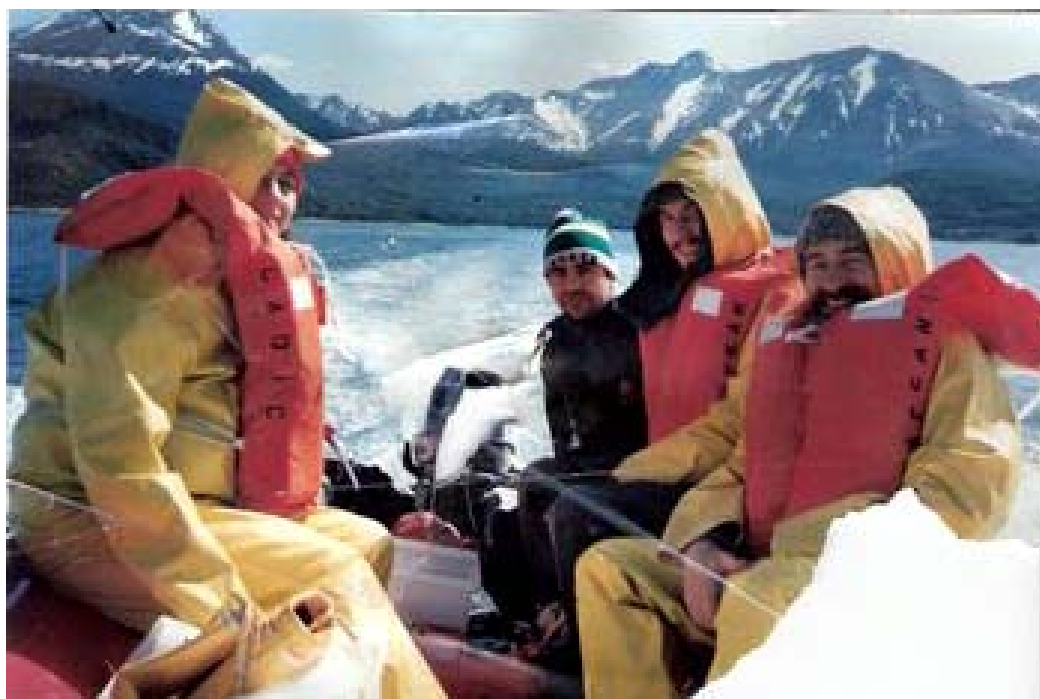
El desarrollo ovárico de ambas especies manifiestan una gran sincronización en la maduración de sus células germinales sugiriendo un solo desove por periodo reproductivo. Esta modalidad reproductiva fue corroborada en *Patagonotothen tessellata* por el análisis de la variación temporal de los índices gonadosomáticos promedios y por el análisis de la frecuencia de diámetros ovocitarios. En el caso particular de *Paranotothenia magellanica*, la estacionalidad de

los índices gonadosomáticos no brindan evidencia suficiente para caracterizar el tipo de desove.

Una característica compartida por ambas especies son las imágenes de reabsorción de ovocitaria durante el estadio de maduración avanzada. Este proceso permitiría a estas especies con desoves totales desarrollar un número apropiado de ovas según las condiciones previas de alimentación y crecimiento de los adultos.

Las especies escogidas exhiben la misma estrategia reproductiva, especies K seleccionadas en el sentido de Pianka, 1970, pero resultante de distintos patrones reproductivos. En el caso de *Patagotothen tessellata* se pudieron definir dos épocas de desoves, uno invernal que abarca desde Abril a Octubre y otro estival que comprende los meses restantes. Si bien las etapas en las que fue dividido el ciclo sexual coincide con las descritas en *Notothenidos* antárticos, esta es la primera especie donde se observan dos desoves por año. El stock desovante de ambos periodos estuvo compuesto por ejemplares pertenecientes a la misma población. Las hembras son desovadoras totales expulsando un promedio de 30 000 huevos. El número total de huevos producidos por hembra se relaciona linealmente con el peso total, mientras que con la longitud total lo hace de manera potencial. Los machos, por su parte, exhiben la capacidad de producir espermatozoides durante un extenso periodo de tiempo y de fecundar a varias hembras en la misma temporada reproductiva. Además este sexo es responsable del cuidado de los embriones y de las actividades de nidificación que se llevan a cabo en la franja intermareal. Por último en esta especie se ha observado dimorfismo sexual, el cual se manifiesta en un mayor desarrollo de la musculatura de la región manipular en el sexo masculino.

Por su parte, *Paranotothenia magellanica* presenta un área de crecimiento de juveniles localizada en los cinturones de *Macrocystis pyrifera*. Estos ejemplares permanecen en esta área hasta que alcanzan los estadios de maduración avanzada (hembras) y espermatogénesis activas (machos), produciéndose la emigración entre Mayo y Junio. La talla de primera madurez estaría ubicada entre 26-30 cm para las hembras y por arriba de los 26 cm para los machos. Los datos disponibles sugieren desoves semejantes a *P. tessellata* en cuanto a número y modalidad. En las poblaciones antárticas se han descrito dimorfismo sexual y huevos de naturaleza pelágica, sin embargo no se han encontrado evidencias claras al respecto en las poblaciones del Canal Beagle. Los resultados alcanzados sugieren más bien desoves de naturaleza bentónica.



De izquierda a derecha, Elba Morriconi, Rafael, Gustavo Rae y Jorge Calvo, Ushuaia, 1992/1993



De izquierda a derecha: José Orensanz, Nemesio San Román, Eduardo Zampatti, Edgardo Di Giacomo y Gustavo Rae, Puerto Madryn, Chubut, 1996



Trabajo de campo



Noruega, 1998

Trabajos Ictiologicos

Publicaciones

- CALVO, J.; E. MORRICONI; G. RAE & N. SAN ROMAN. 1992. Evidence of protandry in a Subantarctic Notothenoid, *Eleginops maclovinus* (Valen. & Cuv., 1830) from the Beagle Channel (Argentina). *Journal of Fish Biology* 40: 157-164.
- CALVO, J.; E. MORRICONI & G. RAE. 1999. Reproductive biology of the Subantarctic icefish *Champscephalus esox* Günther, 1861 (Channichthyidae). *Antarctic Science* 11(2): 140-149.
- CALVO, J.; E. MORRICONI & G. RAE. 1999. Reproductive biology of the Subantarctic icefish *Champscephalus esox* Günther, 1861 (Channichthyidae). *Antarctic Science* 11(2): 140-149.
- CALVO, J.; E. MORRICONI; G. A. RAE & N. A. SAN ROMÁN. 1992. Evidence of protandry in a subantarctic notothenid, *Eleginops maclovinus* (Cuv. & Val., 1830) from the Beagle Channel, Argentina. *Journal of Fish Biology* 40: 157-164.
- RAE G. A. & J. CALVO. 1995. Fecundity and reproductive habits in *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) (Pisces, Nototheniidae) from the Beagle Channel, Argentine. *Antarctic Science* 7(3): 235-240.
- RAE, G. A. & J. CALVO. 1995. Annual gonadal cycle and reproduction in *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) (Nototheniidae: Pisces) from Beagle Channel (Argentina). *Journal of Applied Ichthyology* 11: 60-70.
- RAE, G. A. & J. CALVO. 1996. Histological analysis of gonadal development in *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) (Nototheniidae: Pisces) from Beagle Channel (Argentina). *Journal of Applied Ichthyology* 12: 31-38.
- RAE, G.A.; N. A. SAN ROMÁN & D. E. SPINOGLIO. 1999. Age validation and growth of yolked larvae of *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) (Pisces: Nototheniidae) from the rocky littoral of the Beagle Channel, Argentina. *Scientia Marina* 63(Suppl. 1): 469-476.
- SAN ROMÁN, N.; G. RAE; L. ORCE; O. BIANCIOTTO; L. PINEDO; M. BARBAGALLO & A. BLESSIO. 2002. Efectos fotobiológicos de la radiación UV-Solar solar sobre el Fito- Ictioplancton y Vegetación Halófila de ambientes Costeros Patagónicos. *Actas del VI Seminario-Taller Internacional de Cuencas Hidrográficas Patagónicas*, con jurado, editado en CD, 34pp.

Presentaciones en congresos

- CALVO, J.; E. MORRICONI & G. A. RAE. 1987. Análisis preliminar de la sexualidad de *Eleginops maclovinus* (Notothenidae) en el Canal Beagle. *VII Jornadas de Ciencias del Mar*, Concepción, Chile, 16-20 de Noviembre.
- CALVO, J.; E. MORRICONI & G. RAE. 1993. Biología Reproductiva de *Champscephalus esox* del Canal Beagle. XVI Reunión Argentina de Ecología, Puerto Madryn, 19 - 23 de Abril.

- RAE, G. A. & J. CALVO. 1989. Ciclo y hábitos reproductivos en *Patagonotothen tessellata* (Notothenidae). *XIV Reunión Argentina de Ecología*, San Salvador de Jujuy, 16-21 Abril.
- RAE, G. A. & J. CALVO. 1989. Variación de la fecundidad y su relación con la longitud total y el peso en *Patagonotothen tessellata* (Notothenidae). *Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*, Puerto Madryn, 17-23 Setiembre.
- RAE G. A. & J. CALVO. 1991. Biología reproductiva de *Paranotothenia magellanica* (Pisces, Nototheniidae) en el Canal Beagle. *Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*, Puerto Madryn, 15 - 21 Setiembre.
- RAE, G. A. & J. CALVO. 1991. Estrategia reproductiva comparada entre las poblaciones de *Paranotothenia magellanica* y *Patagonotothen tessellata* (Pisces, Nototeniidae) en el Canal Beagle. *Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*, Puerto Madryn, 15-21 Setiembre.

Journal of Fish Biology (1992) **40**, 157–164

Evidence of protandry in a subantarctic notothenid, *Eleginops maclovinus* (Cuv. & Val., 1830) from the Beagle Channel, Argentina

J. CALVO, E. MORRICONI, G. A. RAE AND N. A. SAN ROMAN
Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET) CC 92. (9410) Ushuaia,
Tierra del Fuego, Argentina

(Received 30 May 1991, Accepted 20 July 1991)

Gonads of *Eleginops maclovinus* (Cuv. & Val., 1830) from the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Argentina) were sampled weekly throughout the year and histologically analysed. Gonads containing solely or mostly testicular tissue were predominant in each length class smaller than 40 cm (80 to 100%). Sex ratio was almost 1:1 in fishes ranging from 41 to 45 cm. Females were dominant in specimens larger than 46 cm (80 to 100%). Four testicular types are described according to maturation degree and absence or presence of female cells, one intermediate gonadal type and one typical ovarian type. It is concluded that this species is a protandrous hermaphrodite.

Key words: *Eleginops maclovinus*; Nototheniidae; sex reversal; protandry.

I. INTRODUCTION

Eleginops maclovinus (Cuv. & Val., 1830), the unique representative of its genus, is a subantarctic Notothenid which is commercially exploited in several parts of its distributional range. It lives exclusively in the northern area of the Antarctic convergence, from Beagle Channel (54° S) to Buenos Aires province (39° S) in the Atlantic Ocean (Lopez, 1963; Goztonyi, 1974, 1980) and Valparaiso (33° S), in the Pacific Ocean (Guzman & Campodonico, 1973; Pequeño, 1989). The present study describes the histological and structural changes that take place in *E. maclovinus* gonads. Increase in the degree of femaleness is related to size increase.

II. MATERIALS AND METHODS

A total of 1137 fishes were caught in weekly sampling from February 1987 to May 1988. Three-walled trammel nets of different mesh sizes were used. Four localities near Ushuaia Bay were sampled monthly. Fishes usually were processed within 4 h of removal of the nets from the sea.

Total length (T.L.), total weight (T.W.) and gonad weight (G.W.) were recorded. Gonads were removed, weighed and macroscopically described. Gonadosomatic index (GSI = $100 \times G.W./T.W.$) was calculated. Gonads were fixed in 10% formaldehyde in sea water or in Bouin's fixative, the latter being preferred because it generated improved histological appearance. Whole gonads were cut into three to five pieces, in order to obtain sections from different levels, and embedded in paraffin wax. Sections, 5 to 7 μ m thick, were stained with Groat's haematoxylin-eosin, Schiff Periodic Acid-haematoxylin, Gomori's Trichrome or Heindenhein's azan.

Antarctic Science 7 (3): 235-240 (1995)

Fecundity and reproductive habits in *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) from the Beagle Channel, Argentina

G.A. RAE and J. CALVO

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

Abstract: Population fecundity and reproductive habits in *Patagonotothen tessellata* were established for each reproductive period during 1988 and 1989. Fecundity/total length and fecundity/total weight relationships were analysed through regression models. Fecundity was positively correlated with fish length and weight. Mean fecundity was 25932 eggs (range 7634-62033). The regressions for each reproductive period are similar, suggesting that the amount of energy allocated to reproduction does not vary between spawning periods. Parental behaviour is described from both field and laboratory observations. Nesting and parental care were carried out by *P. tessellata* males. The life history strategy of this species is discussed in relation to that of other nototheniid species.

Received 10 January 1994, accepted 7 February 1995

Key words: fish, population, reproductive habits notothenioids, *Patagonotothen tessellata*

Introduction

Growth in fish is closely linked to reproduction with fecundity value generally increasing to the third power of total length (Bagenal 1973). Thus, the energy allocated to the gonads not only delays growth but also affects future fecundity (Roff 1983, 1984). A species undertaking a reproductive effort at present is potentially limiting its future spawning. Adult survival decreases because a significant amount of energy has been allocated to gonadal tissue rather than to somatic growth (Mann & Mills 1979). A detailed study on the variation in population fecundity, as a component of total reproductive effort and reproductive habits, is essential in order to understand life history strategies (*sensu* Stearns 1992).

The species studied *Patagonotothen tessellata* belongs to the family Nototheniidae of the suborder Notothenioidei. The latter is a dominant group in the coastal fish fauna of the Antarctic and it also distributed through Patagonian and subantarctic regions (Andersen 1984, Menni 1984, Pequeño 1989). The reproduction aspects of Antarctic nototheniids has been carefully studied in those species with commercial value (Hureau 1970, Kock 1979, 1989, Kock & Kellermann 1991, North & White 1987). Similar reproductive traits have been described for most of the Antarctic notothenioids by Andriashev (1965), Everson (1977) and North & White (1987).

However, limited information on the reproductive biology of nototheniids inhabiting the Beagle Channel is only available for *Patagonotothen tessellata* and for those species living at both sides of the Antarctic convergence (Hureau 1970, Kock & Kellermann 1991, Rae 1993, Rae & Calvo 1989, 1991, in press, in press). This paper provides details of the variability in population fecundity and reproductive habits for populations of the subantarctic species *P. tessellata* from the Beagle Channel.

Materials and methods

Since *Patagonotothen tessellata* females spawn twice in a year, two reproductive winter periods in 1987 and 1988 and two summer periods in 1988 and 1989 (Rae & Calvo 1989, in press) were analysed. Three fixed stations (Fig. 1), were sampled monthly. Trammel nets of different mesh sizes lowered perpendicularly to the coast-line across *Macrocystis pyrifera* beds, from 2-10 m depth, were used to catch the specimens (Rae & Calvo 1989, in press, in press).

Fecundity

Total length TL, (to the nearest cm below), total weight TW, (to the nearest g below), visceral weight and ovary weight (to 0.01 g) were recorded. For each specimen sexual maturity stage was also determined according to Rae & Calvo (1989, in press). A total of 112 females was used to determine absolute fecundity (Abs. Fec. = total number of mature eggs in both parts of the ovary). To determine fecundity ovaries with advanced and total maturity stages only were used, because they have only one cohort of yolkeoocytes. Ovaries were weighed, stored in 10% formaldehyde and absolute fecundity values determined by the gravimetric method of dry weights (Oosthuizen & Daan 1974). Samples were split using Fish Egg Counter No. 401 Hydrowerkstätten GmbH (Kiel, Germany).

The model I linear regression and the geometric mean model II were used to analyse the data for each reproductive period (Laws & Archie 1981, Ricker 1973). Assumptions for regression analysis were tested before applying the regression methods. Predictive and functional regression lines were estimated for: Abs. Fec./TL, Abs. Fec./TW, relative fecundity/TL and TW/TL. Regression equations were used to estimate population fecundity variation between the reproductive periods (Edwards 1976, Zar 1984).

J. Appl. Ichthyol. 11 (1995), 60-70
 © 1995 Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
 ISSN 0175-8659

Received: February 13, 1994
 Accepted: October 14, 1994

Annual gonadal cycle and reproduction in *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845 (Nototheniidae: Pisces) from the Beagle Channel, Argentina

By G. A. RAE and J. CALVO

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET), C.C. 92 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina

Summary

The reproductive biology of *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845) in the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina was analyzed from weekly captures over a 3-year period (1987-1989). The spawning periods and lengths thereof were analysed using GSI curves and monthly percentage distributions of maturation stages. Two gonadal maturation cycles and two spawning periods (winter and summer) within 1 year were defined. Also discussed is whether the same specimens are able to mate successfully in winter and summer, and whether the reproductive effort varies between the seasons. Male parental behaviour and the likely consequences on their energy levels are considered.

Introduction

Reproductive aspects of Antarctic Nototheniids have been studied especially in those species of commercial value (DEARBORN 1965; HUREAU 1970; KOCK 1985; KOCK 1989; KOCK and KELLERMANN 1991; NORTH and WHITE 1987). However, in such environments, the fishery information usually refers to the summer season.

Complete annual sexual cycles have been described in a only few species, e.g. *Notothenia cyanobranchia* (HUREAU 1970); *Notothenia neglecta* (EVERSON 1970); *Notothenia rossii*; *Notothenia squamifrons*, *Champsicephalus gannari* (DUSHAMEL 1987; KOCK and KELLERMANN 1991); *Trematomus bernacchi* and *Trematomus bisoni* (HUREAU 1970). These Antarctic species of the suborder *Notothenioidei* share a common reproductive pattern (ANDRIASHEV 1965; EVERSON 1977; NORTH and WHITE 1987): late maturity, biennial gametogenetic process with just one spawning season per year, large-yolked eggs, and specimens spawning several times in a lifespan. Additionally, in a cyclic environment such as the Antarctic marine ecosystem, sexual cycles are expected to be closely synchronized with periods of highest productivity, when food levels are at a maximum for larval hatching (WHITE 1977). *Patagonotothen tessellata* inhabits the coastal zone associated with kelp beds of *Macrocystis pyrifera* and sandy bottoms. Food habits are based mainly on pelagic species such as calanid copepods (MORENO and JARA 1984). However, the diet of *Patagonotothen tessellata* populations inhabiting the Argentine coast of the Beagle Channel is more diversified (Isla pers. comm.). There is little or fragmentary information on reproductive patterns of the ichthyofauna from Beagle Channel, except for species such as *Paranotothenia magellanica* (HUREAU 1970; RAE 1991), *Harpagifer bispinus* (DANIELS 1978, 1983), *Eleginops maclovinus* (CALVO et al. 1991) and *Champsicephalus esox* (CALVO et al. 1993). This paper refers to female and male sexual cycles, spawning periods and reproductive patterns in *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845).

U. S. Copyright Clearance Center Code Statement:

0175-8659/95/1102-0060 \$11.00/0

J. Appl. Ichthyol. 12 (1996), 31–38
 © 1996 Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
 ISSN 0175–8659

Received: February 15, 1994
 Accepted: October 14, 1994

Histological analysis of gonadal development in *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845) (Nototheniidae: Pisces) from the Beagle Channel, Argentina

By G. A. Rae and J. Calvo

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET), C.C.92 (9410) Ushuaia, Tierra de Fuego, Argentina

Summary

Histological analysis of gonadal development in *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845) was carried out over a 3-year period (1987–1989) on samples from the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. Testicular structure is defined as of the 'unrestricted spermatogonial type'. Maturation processes of cysts are synchronized in the various tubules. This degree of synchronization, as well as the characteristic of the different cellular types, permits definition of four spermatogenetic stages. *Patagonotothen tessellata* is defined as a total spawner according to ovocitary development and oocyte diameter frequency distribution analyses. Oocyte reabsorption and the likely consequences thereof on reproductive potential are also analysed. *Patagonotothen tessellata* is the first species of Nototheniids for which annual double spawning (winter and summer) and non-biennial gonadal maturation processes are described.

Introduction

Patagonotothen tessellata belongs to the suborder *Notothenioidei*, a dominant coastal group in Antarctic and subantarctic regions, but particularly in the Beagle Channel. This group includes more than 80 species distributed among six families: *Artedidraconidae*; *Bathydraconidae*; *Borichthyidae*; *Channichthyidae*; *Harpagiferidae*; and *Nototheniidae* (Andersen 1984; Clarke 1983; Eastman and Grande 1989; Menni et al. 1984; Moreno et al. 1979; Pequeño 1989), to which *Patagonotothen tessellata* belongs. Reproductive aspects of Antarctic Nototheniids have been studied specially in those species of commercial value (Dearborn 1965; Hureau 1970; Kock 1989; North and White 1987).

Antarctic species present a general reproductive trend toward late maturation; low fecundity; large yolked eggs (Andriashev 1965); gametes produced over a period of about 2 years (Everson 1977); iteroparity (North and White 1987); and breeding cycles closely synchronized to the periods of highest production, since actively-feeding larvae occur during periods of maximum food availability (White 1977). Trophic habits and spatial distribution of several Nototheniids species associated with belts of *Macrocystis pyrifera* in the south Fuegian Islands (Chile) were described by Moreno and Jara (1984). Most of these species have demersal habits, the exception being *P. tessellata* which generally occurs along the periphery of *Macrocystis pyrifera* kelp and in open areas with sandy bottoms (Moreno and Jara 1984).

Sexual cycles can be accurately described only by histological analysis of gonadal tissue. In the Nototheniids inhabiting Beagle Channel, histological information is available only for the following species: *Paranotothenia magellanica* (Hureau 1970;

Rae 1991); *Eleginops maclovinus* (Calvo et al. 1991) and *Chamsocephalus esox* (Calvo et al. 1993).

This paper is part of a more general study on reproductive biology of *Patagonotothen tessellata* (Richardson 1845), and refers specifically to male and female gametogenetic development as an initial step in describing the sexual cycle.

Materials and methods

From April 1987 to December 1989, weekly samples were taken on a rotation basis at various fixed stations. Thus each station (Bahía Lapataia, Bahía Golondrina and Bahía Ushuaia, Fig. 1) was sampled at least once a month. Trammel nets with different mesh sizes were lowered to depths between 0 m and 40 m, perpendicularly placed to the coast-line and intercepting beds of *Macrocystis pyrifera* kelp. Captures were registered both inside and outside of these kelp beds. Sampling area selection and methodology applied in the lowering of trammel nets were based on previous information (Hureau 1970; Moreno and Jara 1984). Samples were weighted (total weight) and measured (total length) to the nearest gram and centimeter, respectively. Each fish was numbered for further reference. Visceral and gonadal weights were measured to 0.01 g. Macroscopic descriptions of fresh gonads were also made.

A total of 422 testes and 368 ovaries were fixed in Bouin's fluid, embedded in paraffin wax and cut at 4–6 mm and 6–8 mm, respectively. Sections were stained with Groat's haematoxylin-eosin, Schiff Periodic Acid-haematoxylin, Gomori's trichromic or Heindenhein's Azan (Gabe 1968). In males, the different maturation stages were defined on the basis of the relative abundance of the different cellular types (Grier 1981). Oocyte diameter frequency distributions were analysed in each stage. The vertical oocyte axis was arbitrarily selected from oocytes where the nucleus had been cut during the histological procedure. For each maturation stage, between 100 and 150 oocytes were randomly measured by micrometric ocular Zeiss 12.5 ×. The Kolmogorov-Smirnov test (Zar 1984) was applied to compare oocyte diameter distributions at each stage of maturation.

Results

Testicular structure

In *Patagonotothen tessellata*, testes are paired structures located in the middle dorsal region and in the rear of the abdominal cavity, between the kidneys and intestine. During sexual maturation, testes show changes in colour, size and shape. In immature specimens, testes are thread-like, translucent and reddish. When sexual activity begins, testes turn an opaque white, increase in volume, and progressively adopt a solid consistency;

Age validation and growth of yolked larvae of *Patagonotothen tessellata* (Richardson, 1845) (Pisces: Nototheniidae) from the rocky littoral of the Beagle Channel, Argentina*

GUSTAVO ALFREDO RAE, NEMESIO AMARO SAN ROMAN and
D. EMILSE SPINOGLIO

Centro Austral de Investigaciones Científicas CADIC-CONICET, CC 92, (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.

SUMMARY: Age and growth estimation of *Patagonotothen tessellata* larvae over the endogenous period was estimated by examining their otolith microstructure and the associated increment deposition rate. Analyzed specimens were incubated from egg-masses collected in Lapataia Bay, Beagle Channel, Argentina. Validation was performed by monitoring reared larvae of known ages. Actual age and increment count were regressed suggesting a daily deposition of one ring in the otolith, which began at hatching time and continued until larvae reached sixteen days old (time of massive mortality). Mean lengths at each age were estimated using Richards' growth function; their constant (m) attained a value close to zero indicating that the data fitted to the von Bertalanffy model. Absolute growth rate was $0.55 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ of total length at hatching, dropped near zero on the fifth day after hatching and afterwards, there was no growth. Yolk absorption rate (expressed as a ratio between minor axis/major axis of the vitelline-sac) showed a similar variation as that observed in absolute growth rate during the endogenous period. The total yolk absorption took five days in the unfed larvae group and seven days in the fed larvae group. The rapid absorption of the yolk and the observed growth pattern suggest that *Patagonotothen tessellata* larvae have a short endogenous period, reaching the state of first food uptake five days after hatching.

Key words: Fish larvae, otolith, age determination, daily growth, Notothenioidea, *Patagonotothen tessellata*.

RESUMEN: VALIDACIÓN DE LA EDAD Y CRECIMIENTO EN LARVAS VITELADAS DE *PATAGONOTOTHEN TESSELLATA* (RICHARDSON, 1845) (PISCES: NOTOTHENIIDAE) DEL LITORAL ROCOSO DEL CANAL DEL BEAGLE, ARGENTINA. – Las estimaciones de la edad y del crecimiento en larvas de *Patagonotothen tessellata* durante el periodo de alimentación endógena fueron realizadas analizando la microestructura de los otolitos y la tasa de deposición de incrementos. Los ejemplares analizados provienen de masas de huevos recogidas en Bahía Lapataia, Canal del Beagle, Argentina. La validación se realizó por medio del seguimiento de larvas de edad conocida mantenidas en acuarios. La regresión entre la edad real y los incrementos indicó la deposición diaria de un anillo en el otolito, comenzando al nacer y continuando hasta que las larvas tuvieron dieciséis días de edad (momento en el cual se registró la mortalidad masiva). La talla promedio en cada edad fue estimada usando el modelo de crecimiento de Richards, cuyo constante tuvo un valor cercano a cero, señalando un mejor ajuste al modelo de von Bertalanffy. La tasa absoluta de crecimiento fue de $0,55 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ de longitud total al nacer, descendió a valores cercanos a cero al quinto día, a partir del cual no se registró crecimiento alguno. El rápido consumo del vitelo junto a los patrones de crecimiento observados indican que las larvas de esta especie tienen un corto periodo de alimentación endógena, comenzando el periodo de alimentación exógena después de los cinco días de edad.

Palabras clave: Larvas de peces, otolito, determinación de edad, crecimiento diario, Notothenioidea, *Patagonotothen tessellata*.

*Accepted December 23, 1998.

**Contributions to the Limnology of Lake Fagnano, Tierra del Fuego,
Argentina**

Denis W. Frazel
Frazel, Inc.
P.O. Box 70
Grandin, Florida, USA 32138
fax: (904) 659-1429
e-mail: frazelinc@worldnet.att.net

Gustavo Rae
Centro Austral de Investigaciones Científica
CC92 (9410)
Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina
fax: 0901 30644
e-mail: cadic@cadicush.satlink.net

Jorge Rabassa
Centro Austral de Investigaciones Científica
CC92 (9410)
Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina
fax: 0901 30644
e-mail: cadic@cadicush.satlink.net

Alan K. Craig
Department of Geography
Florida Atlantic University
Boca Raton, Florida, USA
fax: (561) 447-0734
e-mail: akcraig@worldnet.att.net

ProBiota

Serie Técnica y Didáctica **Archivos Editados**

- 01-El Herbario. Significado, valor y uso. Liliana Katinas.
- 02-Tema de Ciencias Naturales. Raúl A. Ringuelet.
- 03-Biodiversidad, Iniciativa Global y Elaboración de Inventarios Sistemáticos. Juan A. Schnack y Hugo L. López.
- 04-ALOA. Resumen de las comunicaciones presentadas en la reunión del 11 de setiembre de 1953.
- 05-Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Roberto C. Menni.
- 05-Indice Lista Peces 2003.
- 06-Bibliografía de los peces de agua dulce de la Argentina. Supl. 1996-2002. Hugo L. López, Roberto C. Menni, Patricia A. Battistoni y Mariela V. Cuello.
- 07-Bibliografía de los peces de agua dulce de la Argentina. Supl. 2003-2004. Hugo L. López, Roberto C. Menni, Mariela V. Cuello y Justina Ponte Gómez.
- 08-Moluscos litorales del Estuario del Río de La Plata – Argentina. Gustavo Darrigran y Mirta Lagreca.
- 09-Bibliografía de los peces continentales de la Argentina. Hugo L. López, Roberto C. Menni, Ricardo Ferriz, Justina Ponte Gómez y Mariela V. Cuello.
- 10-Guía para el estudio de macroinvertebrados. I. Métodos de colecta y técnicas de fijación. G. Darrigran, A. Vilches; T. Legarralde y C. Damborenea.
- 11- Condrictios de la Argentina y Uruguay. Lista de trabajo. Roberto C. Menni y Luis O. Lucifora.
- 12 - Guía para el estudio de macroinvertebrados. II.- Introducción a la metodología de muestreo y análisis de datos. M. Maroñas, G. Marzoratti, A. Vilches, T. Legarralde y G. Darrigran

Colección Peces Continentales de la Argentina

12- Iconografía

- 01 - *Gymnocharacinus bergii*. Hugo L. López, Julia E. Mantinian y Justina Ponte Gómez.
- 02 - *Lepidosiren paradoxa*. Hugo L. López, Diego O. Nadalin, Julia E. Mantinian y Justina Ponte Gómez.
- 03 - *Brycon orbignyianus*. Hugo L. López, Diego O. Nadalin y Justina Ponte Gómez.

13- Bibliografía

- 01 - *Gymnocharacinus bergii*. Hugo L. López, Julia E. Mantinian y Justina Ponte Gómez.
- 02 - *Lepidosiren paradoxa*. Hugo L. López, Diego O. Nadalin, Julia E. Mantinian y Justina Ponte Gómez.
- 03 - *Brycon orbignyianus*. Hugo L. López, Diego O. Nadalin y Justina Ponte Gómez.

14- Colección Ictiólogos de la Argentina

- 01 - *Eduardo Ladislao Holmberg*. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez.
- 02 - *Fernando Lahille*. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez.
- 03 - *Luciano Honorio Valette*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 04 - *Rogelio Bartolomé López*. Hugo L. López, Ricardo Ferriz y Justina Ponte Gómez.
- 05 - *Guillermo Martínez Achenbach*. Hugo L. López, Carlos A. Virasoro y Justina Ponte Gómez.
- 06 - *Emiliano Mac Donagh*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 07 - *Raúl Adolfo Ringuelet*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 08 - *María Luisa Fuster de Plaza*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 09 - *Juan Manuel Cordini*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 10 - *Argentino Aurelio Bonetto*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 11 - *Armonía Socorro Alonso*. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez.
- 12 - *Ana Luisa Thormählen*. Hugo L. López, Lucila C. Protogino y Justina Ponte Gómez.
- 13 - *Francisco Juan José Risso Ceriani*. Hugo L. López, Facundo Vargas y Justina Ponte Gómez.
- 14 - *Hendrik Weyenbergh*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 15 - *Raúl Horacio Arámburu*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 16 - *Lauce Rubén Freyre*. Hugo L. López, Miriam E. Maroñas y Justina Ponte Gómez.
- 17 - *Roberto Carlos Menni*. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez.
- 18 - *Camilo Antonio Daneri*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 19 - *María Isabel Hylton Scott*. Hugo L. López, Néstor J. Cazzaniga y Justina Ponte Gómez.
- 20 - *Rolando Quirós*. Hugo L. López, Juan José Rosso y Justina Ponte Gómez.
- 21 - *Héctor Blas Roa*. Hugo L. López, Gladys G. Garrido y Justina Ponte Gómez.
- 22 - *Nemesio Amaro San Román*. Hugo L. López, Amalia M. Miquelarena y Justina Ponte Gómez.
- 23 - *José Pedro Mestre Aceredillo*. Hugo L. López, Sara B. Sverlij y Justina Ponte Gómez.
- 24 - *Atila Esteban Gostonyi*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 25 - *Néstor Rubén Iriart*. Hugo L. López, Oscar H. Padin y Justina Ponte Gómez.
- 26 - *Oscar Horacio Padin*. Hugo L. López, Lucila C. Protogino y Justina Ponte Gómez.
- 27 - *Alfredo Salibián*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 28 - *Jorge Calvo*. Hugo L. López, Daniel A. Fernández y Justina Ponte Gómez.
- 29 - *Ricardo Luis Delfino Schenke*. Hugo L. López, Oscar H. Padin y Justina Ponte Gómez.
- 30 - *Carlos Togo*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 31 - *Víctor Angelescu*. Hugo L. López, Martín Ehrlich y Justina Ponte Gómez.
- 32 - *Juan Carlos Chebez*. Hugo L. López y Justina Ponte Gómez.
- 33 - *Clarice Pignalberi de Hassan*. Hugo L. López, Elly Cordiviola, Olga Oliveros y Justina Ponte Gómez.
- 34 - *Gladys Monasterio de Gonzo*. Hugo L. López, Virginia Martínez y Justina Ponte Gómez.

Formato de la cita:

López, H. L; A. M. Miquelarena & J. Ponte Gómez. 2012. Ictiólogos de la Argentina: *Gustavo Alfredo Rae. ProBiota*, FCNyM, UNLP, La Plata, Argentina, *Serie Técnica y Didáctica* 14(35): 1-29. ISSN 1515-9329.

ProBiota

(Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral)

Museo de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP
Paseo del Bosque s/n, 1900 - La Plata, Argentina

Directores

Dr. Hugo L. López
hlopez@fcnym.unlp.edu.ar

Dr. Jorge V. Crisci
crisci@fcnym.unlp.edu.ar

Dr. Juan A. Schnack
js@netverk.com.ar

Diseño y composición
Justina Ponte Gómez

Versión Electrónica

Justina Ponte Gómez

División Zoología Vertebrados
FCNyM, UNLP

jpg_47@yahoo.com.mx

<http://ictiologiaargentina.blogspot.com/>

Indizada en la base de datos ASFA C.S.A.