

Ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile

Ichthyofauna in limnic systems of Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile

IRMA VILA¹, LEOPOLDO S. FUENTES¹ y MARCELO SAAVEDRA²

¹Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Chile. ²Centro de Investigaciones Metalúrgicas, Avda. Antonio Rabat 6500, Santiago, Chile

RESUMEN

La fauna íctica de agua dulce en Chile posee baja riqueza de especies comparada con otras regiones de similar latitud, pero ella es especialmente baja en los sistemas hídricos de Tierra del Fuego. Muestreos intensivos realizados durante el verano de 1995 en los ríos Cóndor, Bueno, Rasmunssen y Valle Castor los caracterizan con aguas frías, pH básicos y baja conductividad, pero sólo el río Cóndor es típicamente rítrónico. Sólo se colectó *Galaxias maculatus*, especie nativa y dos introducidas en la zona en 1927, *Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*. Además, en todos los ríos se observaron represas de *Castor canadensis* introducido en la zona en 1946. La estimación de la biomasa de la fauna bentónica e íctica señala valores entre 1,3 y 10,2 g/m² y 0,24 y 18,82 g/m² respectivamente, los que corresponden a sistemas de baja a mediana productividad biológica y no fueron significativamente distintos entre los ríos analizados y tampoco con otros sistemas fluviales en Chile. Los salmonídeos fueron los peces más abundantes. Sus índices de condición K, fueron significativamente distintos entre los sistemas fluviales. Su dieta consistió principalmente de larvas de Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Amphipoda. *G. maculatus* fue encontrado en la boca del río Cóndor y bajo las represas de castor. Su dieta fue de larvas de Diptera y Amphipoda. Se discute el efecto combinado de salmonídeos y *Castor canadensis* en la composición taxonómica y abundancia actual de las especies nativas.

Palabras clave: peces límnicos, fauna nativa, fauna introducida.

ABSTRACT

Fresh-water fishes in Chile are low in species richness compared to regions of similar latitude, and the latter is especially low at hydrographic systems of Isla Grande of Tierra del Fuego. Intensive sampling done at Cóndor, Bueno, Rasmunssen and Valle Castor rivers characterize them as having low water temperature, basic pH and low conductivity, although only Cóndor river was typically rithronic. *Galaxias maculatus*, was the only native species collected besides the two introduced in 1927, *Oncorhynchus mykiss* and *Salmo trutta*. Estimation of benthic and fish biomass points out values between 1.3 and 10.2 g/m² and 0.24 and 18.82 g/m² respectively. These values correspond to systems of low to medium productivity. They are not significantly different among them neither with other fluvial systems in Chile. Salmonids were the most abundant fishes. Their conditions indexes K were significantly different among the rivers. Their diet were mainly Diptera, Ephemeroptera and Trichoptera larvae, and Amphipoda. *G. maculatus* was found at the mouth of Cóndor river and below beaver dams. Their diet were mainly Diptera larvae and Amphipoda. The combined effect of salmonids and *Castor canadensis* in the present taxonomic composition and abundance of native species is discussed.

Key words: fresh-water fish, native fauna, introduced fauna.

INTRODUCCION

La fauna íctica de las aguas continentales de Chile alcanza a las 40 especies nativas (Bahamonde y Pequeño 1975, Arratia 1981, Glade 1993), un número bajo si se lo compara con sistemas límnicos de latitudes similares. Esta fauna sin embargo, es consi-

derada de gran importancia biogeográfica y ecológica si se considera su grado de endemismo, origen y distribución panaustral (Campos 1973, Arratia et al. 1983, 1997, Ruiz 1993). Esta fauna no obstante, se ha visto incrementada con la introducción de más de 20 especies exóticas en los últimos 100 años (Campos 1970, Arratia

1978, 1981), la mayoría de las cuales son depredadoras y con conducta agresiva.

Los escasos antecedentes bibliográficos acerca de la fauna íctica de la región de Tierra del Fuego describen la presencia de cuatro especies nativas, *Geotria australis* (Gray 1851), *Galaxias maculatus* Jenyns 1842, *Aplochiton zebra* Jenyns 1842 y *Percichthys trucha* Valenciennes 1833, que corresponden a representantes de la fauna marina y australiana de acuerdo con la clasificación acerca del origen de esta fauna (Mc Dowall 1971, Campos 1973, Arratia 1997). A la fauna nativa se agregan los salmonídeos *Salmo trutta* (Linnaeus 1758) y *Oncorhynchus mykiss* (Smith & Stearley 1989), introducidos en Magallanes en 1927 y que acorde con las características de hábitats de sus ríos de origen y con sus hábitos alimentarios eurípagos (Wetzlar 1979, Ferriz 1988, Capella 1992), habrían generado importantes poblaciones migra-

torias en la zona (Schaefer 1954, Traba y Ríos 1985). Se agrega a ésto la presencia del *Castor canadensis* (Kuhl), especie originaria del hemisferio norte e introducida en la isla grande de Tierra del Fuego durante 1946 (Sielfeld y Venegas 1980, Lizarralde 1993), cuyos sistemas y fauna acuática son poco conocidos. La acción de la especie modifica estos sistemas debido al embalsamiento de las aguas corrientes por la construcción de represas.

La Isla grande de Tierra del Fuego adquiere su condición de tal hace aproximadamente unos 8000 años al cortarse el último de los puentes terrestres que la unía a la Patagonia. Previo a este período, Tierra del Fuego presenta una larga historia de glaciación cenozoica (Clapperton 1994). La intensa y prolongada acción glacial que experimentó esta zona determina condiciones desfavorables para la formación de hoyas hidrográficas, siendo éstas, en gene-

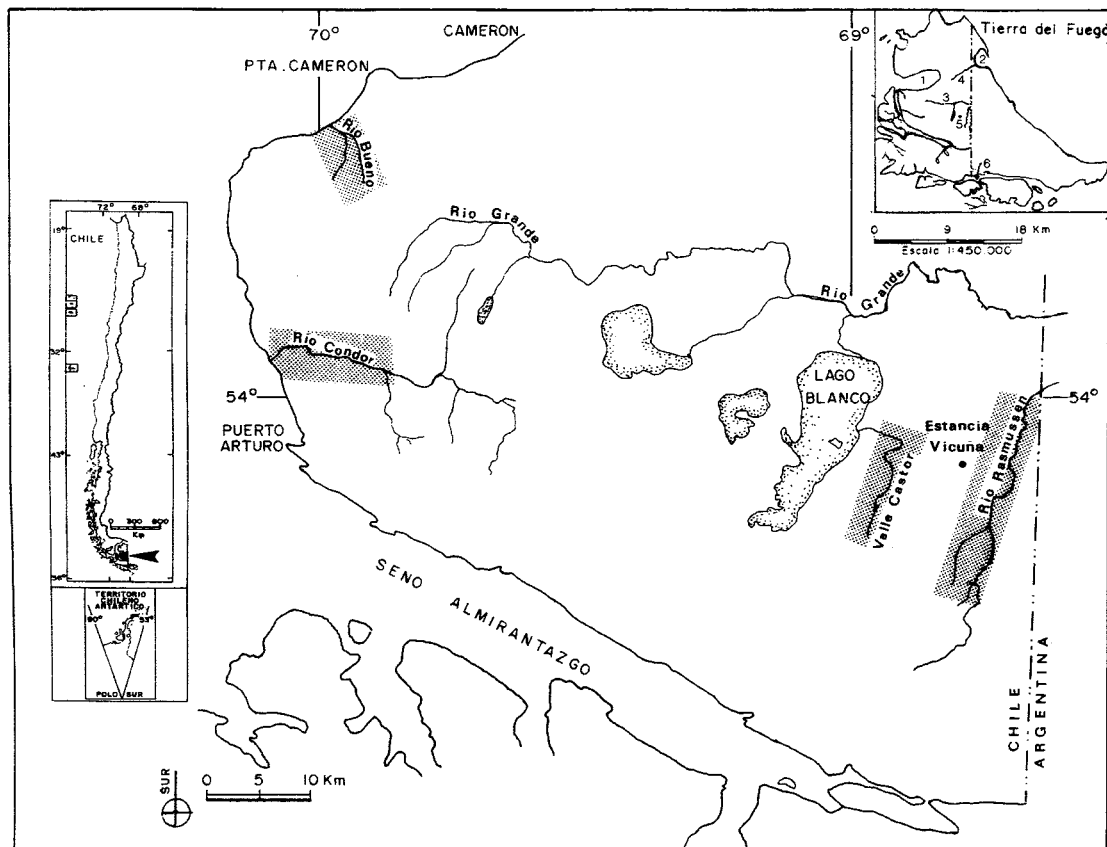


Fig. 1: Sistemas hidrográficos estudiados en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Studied hydrographic systems at Isla Grande of Tierra del Fuego.

ral, de desarrollo corto, con cauces poco profundos y caudal bajo. En el oriente las precipitaciones sólo forman arroyos, que reciben en la región el nombre de "chorrillos" (Fuenzalida 1965, Niemeyer & Cereceda 1984). Estas características sumadas a la insularidad de la zona de estudio permitiría postular que especialmente en estos sistemas acuáticos, la ya empobrecida fauna íctica nativa de la región estaría siendo afectada negativamente por la presencia de truchas y castores.

MATERIALES Y METODOS

En este estudio se realizaron muestreos intensivos en 4 sistemas hidrográficos: río Cándor, río Bueno, río Rasmunssen y un río en el sector denominado "Valle de Castores" (Fig. 1), entre el 8 y el 20 de Febrero de 1995. Estos sistemas hidrográficos están incluidos en dos de las tres subzonas hidrográficas de Tierra del Fuego, las cuales son las subzonas central y sur.

La subzona central se caracteriza por presentar un relieve plano surcado por redes hidrográficas dendríticas de mucha frondosidad, las cuales cruzan prácticamente toda la extensión desde la costa occidental a la atlántica y con numerosos lagos, lagunas, pantanos y turberas. El régimen hidrográfico de los ríos en esta subzona es principalmente pluvial. La mayor extensión está ocupada por la cuenca hidrográfica del río Grande, la más extensa red de drenaje de la isla. El río Rasmunssen con 60 Km de longitud presenta caudales bajos que no sobrepasan los 5 m³/s. El río del sector Valle de los Castores, drena un profundo valle y está incluido dentro de esta red hidrográfica (Niemeyer y Cereceda 1984).

La subzona sur presenta redes de drenaje que siguen los lineamientos de una fuerte tectónica, con cauces que han sido retrabajados por los hielos del cuaternario, con un carácter marcadamente nivoglacial dado su origen en los campos de hielo. Son redes hidrográficas de desarrollo pequeño. En esta subzona se encuentran el río Cándor el cual nace en el cordón orográfico de la

costa del Seno Almirantazgo y con una longitud de 48 Km su caudal anual promedia los 3 m³/s. El río Bueno y el chorrillo Puerto Arturo representan pequeños cauces en el área. (Niemeyer y Cereceda 1984).

Se seleccionó un total de 34 estaciones de trabajo: 12 en el río Cándor (6 en el cauce central y 6 en cursos laterales), 5 en el cauce central del río Bueno, 12 en el río Rasmunssen (6 en el cauce central y 6 en cursos laterales) y 5 en el cauce central del río Valle de Castores. Cada una de las estaciones fue caracterizada físico-químicamente: se midió la temperatura con termómetro de 0,5 °C de precisión, pH con un potenciómetro portátil Schocht-Geratte CG-836, conductividad mediante un conductímetro portátil Schocht-Geratte CG-857, la profundidad promedio en cm de los ríos se estimó como el promedio de la profundidad en tres puntos equidistantes en una sección transversal del río, la velocidad de la corriente fue estimada con un medidor Pigmy y el caudal fue estimado como el producto de la velocidad de la corriente por el área de una sección transversal en el río.

En cada estación se colectaron dos réplicas de fauna bentónica con red Surber de 0,0625 m², estas muestras fueron fijadas con formalina al 10 % para ser posteriormente analizadas en laboratorio. Los individuos colectados fueron cuantificados, pesados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible por observación bajo lupa. Se estimó para cada estación la abundancia total de organismos como densidad y como biomasa por m².

Los peces fueron capturados en el cauce central y brazos laterales de los ríos, mediante un equipo de pesca eléctrica Coffelt; en 23 de un total de 29 sitios de colecta, se realizó un muestreo cuantitativo que permitió estimar el número de individuos por m³ y la biomasa por m³. Para ello se utilizó el método de censo total, que consiste en la recolección del total de los peces en un tramo previamente cercado con redes de enmalle. El volumen de agua se estimó a partir del promedio de tres medidas de profundidad realizadas en tres secciones de ancho conocido y la longitud total del tramo cercado. Los ejemplares capturados

fueron determinados hasta el nivel de especie. In situ se determinó la longitud total en cm, el peso total y eviscerado en g, y el sexo por observación macroscópica de las gónadas. También se estimó el factor de condición (K) como:

$$K = (PT / LT^3) * 1000$$

(Rounsefell & Everhart 1953)
 donde
 PT = peso total del individuo (g)
 LT = longitud total del individuo (cm)

Los tractos digestivos de los ejemplares fueron removidos, identificados y fijados con formalina al 10% para análisis posterior de la dieta de los ejemplares en laboratorio.

Los sistemas hidrográficos fueron comparados, respecto de las variables bióticas y abióticas medidas, mediante análisis de varianza (Sokal & Rohlf 1981) o, en el caso de que no se cumplieran los supuestos de los análisis paramétricos, mediante análisis de Kruskal-Wallis (Siegel & Castellan 1988). En cada caso se realizaron pruebas a posteriori, método Tukey-Kramer (Sokal & Rohlf op. cit.) y Kruskal-Wallis (Siegel & Castellan op.cit.), para determinar los sistemas hidrográficos que presentan diferencias significativas entre sí. El factor de condición (K) de las especies de peces, en los distintos sistemas hidrográficos, fue comparado del mismo modo.

En los salmonídeos introducidos se evaluaron las preferencias dietarias de acuerdo al método propuesto por Johnson (1980), el cual se basa en el rango de los consumos de los ítems alimentarios por los organismos y de la disponibilidad de los ítems en el ambiente. El método tiene las siguientes propiedades: 1) es posible realizar pruebas de significancia para las diferencias en las preferencias entre ítems, 2) el método da resultados comparables si ítems dudosos son incluidos o excluidos del sistema, 3) debido a que usa rangos, las medidas de consumo y disponibilidad de los ítems no necesitan ser estimadas exactamente o sin sesgo. Este análisis se realizó para cada sistema fluvial por separado, describiendo los resultados para la clase de tamaño 9 - 17 cm por ser la clase mejor representada de

estas especies en todos los sistemas estudiados.

Con respecto a la distribución espacial de los peces, se evaluó la asociación entre la presencia de las especies y las represas de castor mediante la prueba de X^2 (Sokal & Rohlf 1981). Además para los salmonídeos, se comparó el tamaño de los peces capturados en el cauce central de los ríos y los cursos laterales y se comparó con una prueba de t de Student (Sokal & Rohlf 1981) y con la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (Siegel & Castellan 1988).

RESULTADOS

De los sistemas fluviales analizados en la zona de estudio, sólo el sistema del río Cóndor correspondió a un río de carácter típicamente ritrónico, determinado principalmente por la mayor pendiente de su cauce que origina un flujo turbulento, gran capacidad de arrastre de materiales y una alta velocidad de la corriente. Por otra parte, el sistema hidrográfico del río Rasmussen, debido a su localización en una zona de llanuras, presentó una mayor proporción de los tramos estudiados con carácter potámico en sus características hidrológicas ya que presenta flujo laminar, escasa capacidad erosiva y baja velocidad de la corriente. Sin embargo, las características físico-químicas corresponden a las de un río ritrónico. Los sistemas fluviales del río Bueno y Valle de los Castores por otra parte, no pueden ser categorizados como sistemas ritrónicos o potámicos debido al alto grado de represamiento por parte de *C. canadensis*, lo cual determina bajas velocidades de corriente, escaso poder erosivo y mayores oscilaciones térmicas diarias en las zonas de estancamiento de las aguas.

La mayoría de las variables abióticas evaluadas en los sistemas fluviales (Tabla 1) presentó diferencias significativas en sus valores. Estas fueron la temperatura (Kruskal-Wallis: $K-W = 17,937$; $gl = 3$; $P < 0,001$) con valores significativamente mayores en el río Cóndor, la profundidad promedio (ANOVA: $F = 3,098$; $gl = 3, 23$; $P = 0,047$) que debió sus diferencias a los

valores extremos determinados en el río Bueno y Valle de Castores, la velocidad de la corriente (ANOVA: $F = 3,110$; $gl = 3, 23$; $P = 0,046$) que presentó diferencia de velocidades entre el río Cándor y Valle de Castores, y caudal (Kruskal-Wallis: $K-W = 13,976$; $gl = 3$; $P = 0,003$) con los mayores valores de esta variable en los ríos Cándor y Rasmunssen. La conductividad por otra parte resultó diferente y sólo marginalmente significativa (Kruskal-Wallis: $K-W = 6,347$; $gl = 3$; $P = 0,096$) con los valores extremos en los ríos Bueno y Rasmunssen.

En los sistemas estudiados se capturaron dos especies de peces límnicos introducidos, *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss* y sólo una especie nativa, *Galaxias maculatus* en el río Cándor. En el delta

salino de la desembocadura del río Cándor se detectó además la presencia de *Austromenidia nigricans* (Richardson, 1848), sin embargo, como esta especie es marina, ella no fue incluida en los análisis. Las especies de truchas introducidas son las más abundantes en todos los sistemas estudiados. Salvo por el sistema fluvial del río Bueno, que presentó sólo ejemplares de *O. mykiss*, *S. trutta*, fue la especie dominante y sólo el río Cándor presentó las tres especies ícticas capturadas.

De las características biológicas analizadas sólo se encontraron diferencias significativas, entre los sistemas hidrográficos estudiados, en la densidad del bentos (Kruskal-Wallis: $K-W = 10,810$; $gl = 3$; $P = 0,013$) y en la biomasa del bentos (Kruskal-Wallis: $K-W = 13,442$; $gl = 3$;

TABLA 1

Características físico-químicas de los sistemas fluviales estudiados en Tierra del Fuego. 8-20 Febrero 1995. N = tamaño muestral, \bar{x} = promedio muestral, DS = desviación estandar muestral, + = $P < 0,01$ (Kruskal-Wallis), ++ = $P < 0,001$ (Kruskal-Wallis), * = $P < 0,05$ (ANDEVA)

Physic-chemical characteristic of the studied fluvial systems in Tierra del Fuego. February 5-20, 1995. N= sample size, \bar{x} = sample mean, DS = sample standard deviation, + = $P < 0.01$ (Kruskal-Wallis), ++ = $P < 0.001$ (Kruskal-Wallis), * = $P < 0.05$ (ANOVA)

	Temperatura ⁺⁺ (°C)	pH	Conductividad ($\mu S/cm$)	Profundidad* (cm)	Vel. Corriente* (m/s)	Caudal+ (m^3/s)
Río Cándor						
\underline{N}	14	14	5	7	7	7
\underline{X}	15,5	7,2	116,1	15,4	1,3	2,0
DS	2,93	0,66	45,74	3,90	0,33	2,28
Río Bueno						
\underline{N}	5	5	5	5	5	5
\underline{X}	9,3	7,5	137,1	10,1	0,8	0,1
DS	1,40	0,09	34,88	6,63	0,33	0,11
Río Rasmunssen						
\underline{N}	12	12	12	10	10	10
\underline{X}	10,4	7,5	97,3	18,3	1,1	1,5
DS	3,66	0,58	7,78	6,27	0,48	1,19
Río Valle Castor						
\underline{N}	5	5	5	5	5	5
\underline{X}	9,0	7,8	122,5	23,3	0,7	0,4
DS	0,61	1,18	25,84	11,66	0,36	0,27

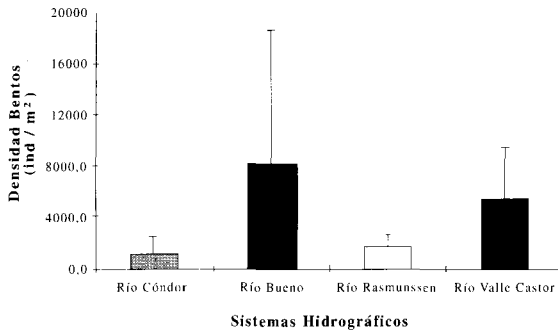


Fig. 2: Densidad promedio del bentos (+2EE), en los ríos estudiados en Tierra del Fuego.

Benthos mean density (+2EE) in the studied rivers in Tierra del Fuego.

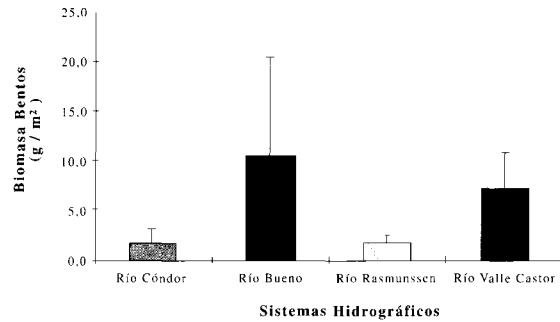


Fig. 3: Biomasa promedio del bentos (+2EE), en los sistemas hidrográficos de Tierra del Fuego.

Benthos mean biomass (+2SE) in the hydrographic systems of Tierra del Fuego.

$P = 0,004$), en ambos casos los mayores valores se encontraron en los sistemas Bueno y Valle de Castores (Figs. 2 y 3). La biomasa de peces por unidad de volumen, no presentó diferencias significativas entre los lugares analizados (Kruskal-Wallis: $K-W = 4,001$; $g\ l = 4$; $P = 0,406$) (Fig. 4). En el caso de la biomasa de peces por unidad de área, tampoco hubo diferencias significativas entre los sistemas hidrográficos analizados. (Kruskal-Wallis: $K-W = 4,142$; $g\ l = 3$; $P = 0,246$ Tabla 2).

El factor de condición (K), sólo se analizó estadísticamente entre los sistemas fluviales con ambas especies de Salmonídeos, ya que *G. maculatus* sólo estuvo presente en el río Cándor. *S. trutta* presentó diferencias significativas entre los ríos anali-

zados (Kruskal-Wallis: $K-W = 22,660$; $g\ l = 2$; $P < 0,001$), los individuos más robustos fueron encontrados en el sistema Valle de Castores, y los más delgados en el Cándor (Fig. 5). Por otra parte *O. mykiss* también exhibió diferencias entre los sistemas fluviales analizados (Kruskal-Wallis: $K-W = 8,143$; $g\ l = 3$; $P = 0,043$), siendo los sistemas fluviales Bueno y Valle de Castores los que presentaron los individuos más robustos (Fig. 6).

La dieta de la fauna íctica de Tierra del Fuego (Tabla 3) estuvo básicamente constituida por organismos de la fauna bentónica, no obstante algunos de los salmonídeos introducidos de mayor tamaño incluyen en su dieta también peces de pequeño tamaño. Las larvas de dípteros y

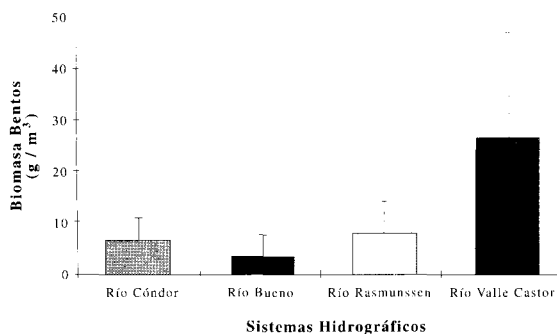


Fig. 4: Biomasa promedio de peces (+2EE), en los ríos analizados en Tierra del Fuego.

Fish mean biomass (+2SE), in the analysed rivers in Tierra del Fuego.

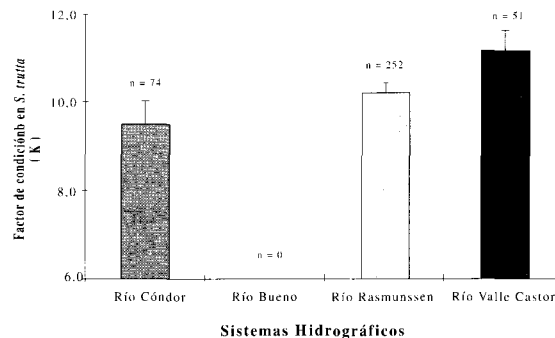


Fig. 5: Factores de condición en *S. trutta* en los diferentes sistemas fluviales de Tierra del Fuego. Son indicadas las medias (+2EE).

S. trutta condition index in the different fluvial systems of Tierra del Fuego. Means (+2EE) are indicated.

TABLA 2

Biomasa de peces (g/m²; g/m³) en los sistemas hidrográficos de Tierra del Fuego

Fish biomass (g/m²; g/m³) in the hydrographic systems of Tierra del Fuego

	n	Media		Mínimo		Máximo	
		g/m ²	g/m ³	g/m ²	g/m ³	g/m ²	g/m ³
Río Cóndor	4	1,04	0,47	0,59	3,07	1,78	13,21
Río Bueno	5	0,59	0,28	0,00	0,00	1,59	9,50
Río Rasmunssen	9	1,50	0,88	0,24	0,95	7,15	30,89
Río Valle Castor	5	6,91	1,43	0,59	1,78	18,82	53,60

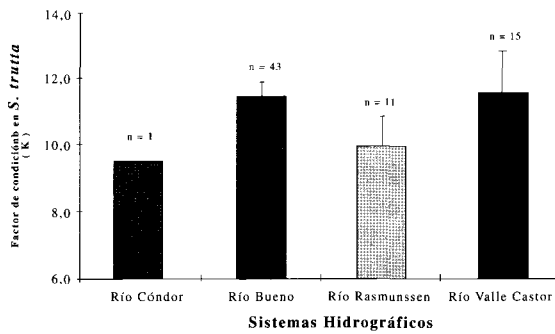


Fig. 6: Factores de condición en *O. mykiss* en los ríos analizados en Tierra del Fuego. Son indicadas las medias (+2EE).

O. mykiss condition index on the analyzed rivers in Tierra del Fuego. Means (+2EE) are indicated.

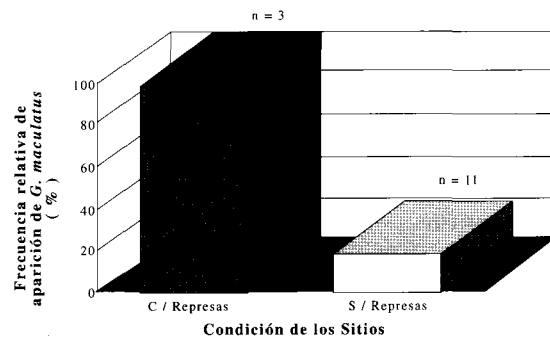


Fig. 7: Asociación entre la frecuencia de aparición de *G. maculatus* y la presencia de represas de *C. canadensis* en el sistema del río Condor.

Presence frequency of *G. maculatus* in association with *C. canadensis* dams in the río Condor system.

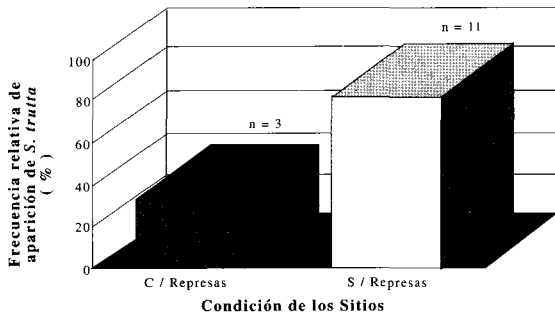


Fig. 8: Frecuencia de aparición de *S. trutta* en relación con la presencia de represas de *C. canadensis* en el sistema del río Condor.

Presence frequency of *S. trutta* in relation with the presence *C. canadensis* dams in the río Condor system.

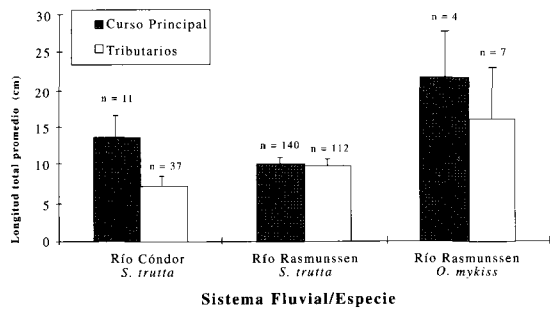


Fig. 9: Tamaños medios de los salmonídeos (+2SE), en el cauce principal y los brazos laterales de los sistemas fluviales Cóndor y Rasmunssen.

Salmonids mean sizes (+2SE) in the main and lateral channel of the fluvial systems Cóndor and Rasmunssen.

los anfípodos fueron los ítemes consumidos en mayor proporción en cada una de las especies de peces, los tricópteros en tanto fueron un ítem frecuente en la dieta de ambos salmonídeos, pero no en la dieta de *G. maculatus*. El análisis de selectividad dietaria de Johnson (1980) para ambas especies de salmonídeos introducidos, separados por sistema fluvial, se presenta en la tabla 4, los sistemas hidrográficos en que se analizó un mayor número de individuos para cada especie (en general mayor que 15 individuos) expusieron selectividad, aunque existió un gran número de ítemes que no presentaron diferencias significativas entre sí y con sobreposición de los grupos, además salvo por los tricópteros, el ordenamiento jerárquico (de mayor a menor) de las preferencias entre los ítemes alimentarios fue disímil entre los sistemas fluviales.

La distribución espacial de las especies de peces en relación con la presencia de represas de castor fue evaluada en el sistema del Río Cóndor. La presencia de *G. maculatus* se encontró fuertemente asociada a presencia de represas de castor (Fig. 7) localizadas en tributarios del Cóndor ($X^2 = 4,418$; $gl = 1$; $P < 0,05$). *S. trutta* en cambio, aparece más frecuentemente en

secciones sin represas (Fig. 8), aunque este patrón no es significativamente distinto del esperado por distribución al azar entre sitios con y sin represas ($X^2 = 0,776$; $gl = 1$; $P < 0,70$). *O. mykiss* no pudo ser incluido en este análisis debido a su baja representatividad en el sistema del Río Cóndor.

El análisis de la distribución de tamaños de *S. trutta* y *O. mykiss*, entre el cauce central y los cursos laterales en los sistemas del Río Cóndor y Rasmunssen, se describe en la Fig. 9. En cada una de las especies y en ambos sistemas fluviales se encontraron individuos de mayor tamaño corporal en el cauce central que en los cursos laterales, sin embargo, sólo en el río Cóndor para *S. trutta* estas diferencias fueron significativas (Wilcoxon: $Wx = 36$; $Z = 5,047$; $P < 0,001$).

DISCUSION

Las características particulares de la zona de estudio, ésto es su insularidad, edad geológica, el desarrollo corto de sus sistemas fluviales aunado a un riguroso régimen climático, son consistentes con la baja riqueza de peces nativos descrita para la isla, no obstante este mismo patrón podría

TABLA 3

Composición dietaria de las especies de peces presentes en Tierra del Fuego. Los ítemes tróficos son expresados como porcentaje del total de la dieta

Diet composition of fish species present in Tierra del Fuego. Diet is expressed as percentage of total diet

Items	Río Cóndor		Río Bueno	Río Rasmunssen		Río Valle Castor	
	<i>G. maculatus</i>	<i>S. trutta</i>	<i>O. mykiss</i>	<i>S. trutta</i>	<i>O. mykiss</i>	<i>S. trutta</i>	<i>O. mykiss</i>
Chironómidos	49,6	47,4	40,9	8,9	-	-	-
Coleópteros	34,2	0,8	0,1	16,8	58,3	-	-
Dípteros	2,7	11,5	0,1	7,4	-	-	-
Efemerópteros	1,9	21,0	10,6	1,7	-	-	-
Hemípteros	1,9	-	-	4,7	8,3	-	-
Odonatos	1,9	-	-	-	-	-	-
Tricópteros	-	1,7	18,9	33,0	33,3	27,6	10,6
Anfípodos	2,7	15,8	11,9	26,7	-	72,4	80,3
Moluscos	-	-	-	-	-	-	-
Peces	-	-	-	0,5	-	-	-
Otros	9,6	1,3	2,2	0,2	-	-	-

TABLA 4

Selectividad dietaria de acuerdo a Johnson (1980). ANF= anfípodo, CHI= chironomido, COL= coleóptero, DIP= díptero, EFE= efemeróptero, HEM= hemíptero, OLI= oligoqueto, TRI= trícoptero

Diet selectivity according to Johnson (1980). ANF= Anphipods, CHI= Chironomids, COL= Coleoptera, DIP= Diptera, EFE= Ephemeroptera, HEM= Hemiptera, OLI= Oligochaeta, TRI= Trichoptera

<i>O. mykiss</i>								
Río Bueno. F(6, 17) = 62,21; P < 0,0001.								
	<u>TRI</u>	<u>COL</u>	<u>CHI</u>	<u>EFE</u>	<u>DIP</u>	<u>ANF</u>	<u>OLI</u>	<u>HEM</u>
Río Rasmunssen. Solo 1 individuo.								
	<u>TRI</u>	<u>HEM</u>	<u>COL</u>	<u>ANF</u>	<u>EFE</u>	<u>CHI</u>	<u>DIP</u>	<u>OLI</u>
Río Valle Castor. F(1, 9) = 1,00; P > 0,05.								
	<u>TRI</u>	<u>ANF</u>	<u>EFE</u>	<u>CHI</u>	<u>COL</u>	<u>DIP</u>	<u>HEM</u>	<u>OLI</u>
<i>S. trutta</i>								
Río Cóndor. F(7, 12) = 32,94; P < 0,001.								
	<u>DIP</u>	<u>CHI</u>	<u>HEM</u>	<u>TRI</u>	<u>OLI</u>	<u>EFE</u>	<u>ANF</u>	<u>COL</u>
Río Rasmunssen. F(6, 19) = 14,34; P < 0,001.								
	<u>TRI</u>	<u>HEM</u>	<u>COL</u>	<u>ANF</u>	<u>EFE</u>	<u>DIP</u>	<u>CHI</u>	<u>OLI</u>
Río Valle Castor. F(1, 6) = 2,08; P > 0,05.								
	<u>TRI</u>	<u>ANF</u>	<u>EFE</u>	<u>CHI</u>	<u>COL</u>	<u>DIP</u>	<u>HEM</u>	<u>OLI</u>

ser consecuencia de bajas intensidades de muestreo. Con el muestreo intensivo de 4 de los principales sistemas fluviales de la Isla Grande de Tierra del Fuego, sólo se capturó una de las especies nativas descritas para la región, un resultado no esperado que podría ser debido a una muy baja abundancia de las especies no detectadas, extinción local en la isla, o una distribución espacial restringida a sistemas lacustres no evaluados en este estudio.

Es probable también que, la baja representatividad de las especies de peces nativos en los sistemas lóticos de la isla, sea consecuencia de un efecto combinado de la presencia de los salmonídeos introducidos y de la presencia de *C. canadensis*. Con respecto a los salmonídeos, existen antecedentes que sugieren que estas especies podrían afectar negativamente a los peces nativos a través de depredación di-

recta, alimentación similar, ocupación del espacio y efectos inhibitorios directos; cabe destacar que la distribución restringida de *G. maculatus* a sectores con la presencia de represas de *C. canadensis* en el río Cóndor, descrita en este trabajo, podría ser el resultado de estos procesos. Antecedentes sobre depredación directa por parte de los salmonídeos lo constituye la presencia de Galaxiidae y Aplochitonidae en los contenidos estomacales de trucha café y arcoiris en lagos y ríos del país (Arenas 1978, Zama & Cárdenas 1984, Ruiz et al 1993,; Ruiz & Berra 1994). Capella (1992) en experimentos de campo, determinó cambios en el uso de microhabitat y disminución del peso corporal del pejerrey chileno (*Basilichthys australis*) en presencia de *O. mykiss*. Por otra parte Townsend y Crowl (1991), aportan evidencias acerca de disminución en abundancia y distribu-

ción fragmentada de *Galaxias vulgaris* Stockel en Nueva Zelanda, causadas por la presencia y depredación directa de la trucha café. Si se considera que los galaxidos tienen comportamiento similar, es posible que lo mismo esté ocurriendo en los sistemas chilenos con *G. maculatus*, especie citada como abundante y de amplia distribución entre Copiapó y Magallanes hasta la década del 50 (Eigenmann 1927, Fowler 1945, Arratia 1981). Posteriormente, sólo se le cita distribuida en zonas costeras y lagos y lagunas andinas (Dazarola 1972, Campos 1985). *C. canadensis*, modifica los sistemas lóticos por el embalsamiento de las aguas y una de cuyas principales alteraciones es el incremento de la retención de sedimentos y materia orgánica que cambian el ciclo de nutrientes, por ende las características físico-químicas del agua, y la composición de la fauna bentónica (Naiman & Melillo 1984, McDowell & Naiman 1986, Naiman et al. 1986). Además los diques que construye esta especie, probablemente son una barrera efectiva para las especies migratorias como es el caso de *Galaxias*.

No obstante la escasa riqueza de especies de peces detectada en la isla, la productividad total de éstas, expresada como biomasa de peces por unidad de volumen y también por unidad de área, presentó valores que son comparables con aquellas descritos para otros sistemas hidrográficos de Chile (Campos 1986, Vila et al. 1986). Como era predecible, las truchas introducidas fueron los peces más abundantes en la mayoría de los sitios de captura. Tanto *S. trutta* como *O. mykiss* han alcanzado abundancias altas en la mayoría de los sistemas fluviales de Chile donde en general colonizan las zonas ritrónicas de los ríos. En este estudio, además, las truchas fueron abundantes en ríos con carácter más potámico como el Rasmunssen, lo cual es posible por presentar este sistema, temperaturas del agua adecuadas para estos organismos.

En una escala geográfica es notoria la ausencia de *S. trutta* en el sistema del río Bueno, donde dominó *O. mykiss*, éste no es un resultado esperable ya que ambas especies de salmonídeos introducidos presentan requerimientos de hábitat similares. Es

probable que este patrón sea el resultado de una introducción diferencial de los salmonídeos en la isla. En una escala más local, los salmonídeos introducidos tendieron a segregarse por tamaños entre el curso principal de los ríos y los afluentes de orden menor, los peces de mayor tamaño corporal se colectaron con una mayor frecuencia en los cursos principales de los ríos Cóndor y Rasmunssen, aunque esta tendencia sólo fue significativa en el río Cóndor. La causa de estos patrones podría ser energética, el carácter más ritrónico del río Cóndor respecto del Rasmunssen resultaría más restrictivo para los peces pequeños, ésto debido a los mayores gastos peso específicos de natación en que incurren las clases de tamaños menores, cuando se ven enfrentados a una mayor velocidad de la corriente y turbulencia (Hill & Grossman 1993).

La actividad de *C. canadensis* en la isla, evaluada de acuerdo al grado de represamiento de los ríos, se encontró asociada positivamente con la abundancia de los organismos de la fauna bentónica. Es así como los ríos Cóndor y Rasmunssen, con una menor proporción de represas de *C. canadensis* correspondieron a ríos "pobres" (biomasa $< 6 \text{ g/m}^2$) de acuerdo con la clasificación de Albrecht (1959), mientras que los ríos Bueno y Valle de Castores se incluyeron en la categoría de "medios" (biomasa entre 6 y 30 g/m^2). Por otra parte la abundancia de la fauna íctica fue independiente de la proporción de represas en los ríos, sin embargo los factores de condición (K) de acuerdo con la mayor abundancia del recurso trófico tendieron a ser menores en aquellos ríos con una menor proporción de represas, los ríos Cóndor y Rasmunssen, ésto sugiere que el recurso trófico para estos peces puede ser limitante en la isla.

Los organismos presentes en el bentos fueron el principal recurso trófico de la fauna íctica de los sistemas fluviales de la isla. No obstante, los salmonídeos introducidos de mayor tamaño, también incluyeron en su dieta a peces pequeños. Estas últimas especies, de acuerdo al análisis de Johnson (1980), constituyeron poblaciones diferenciadas en cuanto a sus preferen-

cias tróficas por sistema fluvial. Los resultados de este análisis, no obstante deben ser tomados con cautela ya que depende de una buena estimación de la disponibilidad del recurso trófico. En este trabajo el recurso trófico para los peces fue estimado sólo a través de muestras de la fauna bentónica, los salmonídeos sin embargo, incluyen también en su dieta a la "fauna de deriva" (Elliott 1973, Arenas 1978), fauna que incluye los mismos taxa de la fauna bentónica pero probablemente en proporciones distintas debido a la mayor facilidad con que algunos taxa del bentos entran en deriva (Allan 1995). La reciente introducción del castor, podría estar incrementando temporalmente la biomasa bentónica, pero la acidez paulatina que experimentan las represas por descomposición de troncos y ramas depositadas por los castores, tiende a disminuir su productividad biológica en el tiempo conservando solo organismos tolerantes a pH ácidos y a sedimentación alta (Beir & Barret 1987). Por otra parte, la presencia de represas habría fragmentado las poblaciones de *G. maculatus*, las cuales no podrían migrar hacia el mar. Algo similar ocurriría con las poblaciones de truchas. El efecto combinado de la presencia de truchas y de castores estaría afectando significativamente la riqueza y abundancia de la fauna nativa de la Isla Grande, Tierra del Fuego, efecto que sería de importancia estudiar con mayor detalle en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a nuestros ayudantes técnicos, Hernan Thielemann y Lorena Soto, y a los arrieros de la zona, Honorio Chigüay y Sergio Nuñez, sin cuya colaboración este trabajo no habría sido posible. A los correctores anónimos que contribuyeron a mejorar la información. Los resultados de este trabajo forman parte de los estudios de Línea de Base del Proyecto Río Cóndor (Sub-proyecto 94-12), encargados por la Comisión Científica y financiados por la Forestal Trillium Ltda, y Bayside Ltda., USA.

LITERATURA CITADA

- ALBRECHT M (1959) Die quantitative untersuchung der bodenfauna fleissender Gewaesser Fischerei 8: 481-550.
- ALLAN JD (1995) Stream Ecology: structure and function of running waters. First edition. Chapman & Hall Publication. xii + 388 pp.
- ARENAS JN (1978) Análisis de la alimentación de *Salmo gairdneri* Richardson en el lago Riñihue y río San Pedro, Chile. Medio Ambiente (Chile) 3: 50-58.
- ARRATIA G (1978) Comentario sobra la introducción de peces exóticos en aguas continentales de Chile. Ciencias Forestales (Chile) 2: 21-30.
- ARRATIA G (1981) Géneros de peces de las aguas continentales de Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Publicación Ocasional (Chile) 34.
- ARRATIA G, B PEÑAFORT & S MENU-MARQUE (1983) Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. Deserta 7: 48-108.
- ARRATIA G (1997) Brazilian and Austral Freshwater fish faunas of South America. A contrast. En: Ulrich (ed.) Proceedings of Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems. Tropical Biodiversity and sistematic zoology. Forschungsinstitute und Museum A. Koenig, Bonn.
- BAHAMONDE N & G PEQUEÑO (1975) Peces de Chile. Lista sistemática. Museo Nacional de Historia Natural, Publicación Ocasional (Chile) 21.
- BEIER P & RH BARRET (1987) Beaver habitat use and impact in Truckee river basin, California. Journal of Wildlife & Management 51: 794-799.
- CAMPOS H (1970) Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 14: 3-9.
- CAMPOS H (1973) Lista de peces de aguas continentales de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural. (Chile) 17: 3-14.
- CAMPOS H (1985) Distribution of fishes in the andean rivers in the south of Chile. Archives für Hydrobiologie 14: 169-191.
- CAMPOS H (1986) Productividad íctica de ríos y lagos araucanos. En: Vila I y Fagetti E (eds) Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses COPESCAL Documento Técnico (4): 8-32. FAO Roma.
- CAPELLA J (1992) Nicho trófico de *Basilichthys australis* Eigenmann (Atherinidae) en presencia de *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (Salmonidae). Un experimento de campo. Tesis Magister en Ciencias Biológicas con Mención en Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. ix + 77 pp. 4 Anexos.
- CLAPPERTON CM (1994) The quaternary glatiation of Chile: A review. Revista Chilena de Historia Natural 67: 369-383.
- DAZAROLA G (1972) Contribution a l'étude de la faune ichthyologique de la region Valparaíso, Aconcagua (Chili). Annales de Limnologie 8: 87-100.
- EIGENMMAN C (1927) The fresh-water fishes of Chile. Memoirs of the National Academy of Sciences 22: 1-63.
- ELLIOT JM (1973) The food of brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a mountain stream. Oecologia (Berlin) 12: 329-347.

- FERRIZ R (1988) Relaciones tróficas de trucha marrón *Salmo fario* Linné y trucha arcoiris, *Salmo gairdneri* Richardson, (Osteichthyes, Salmoniformes) en un embalse nordpatagónico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23: 123-131.
- FOWLER H (1945) Fishes of Chile. Systematic Catalog. *Revista Chilena de Historia Natural*. Años XLV-XLVI-XLVII. 171 pp. (Separata)
- FUENZALIDA H (1965) Hidrografía. En: Corporación de Fomento de la Producción (ed) *Geografía Económica de Chile* 153-199. Santiago, Chile.
- GLADE A (1993) Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 67 pp.
- HILL J & GD GROSSMAN (1993) An energetic model of microhabitat use for rainbow trout and rosyzide dace. *Ecology*. 74: 685-698.
- HOWARD RJ & JS LARSON (1985) A stream habitat classification system for beaver. *Journal of Wildlife and Management*. 49: 19-25.
- JOHNSON DH (1980) The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61: 65-71.
- KREBS CJ (1988) *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers. xii + 654 pp.
- LIZARRALDE MS (1993) Current status of introduced beaver (*Castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. *Ambio* 22: 351-358.
- MCDOWALL RM (1971) The galaxiid fishes of South America. *Zoological Journal of the Linnean Society* 50: 33-73.
- MCDOWELL DM & RJ NAIMAN (1986) Structure and function of a benthic invertebrate stream community as influenced by beaver (*Castor canadensis*). *Oecologia* (Berlin) 68: 481-489.
- NAIMAN RJ & JM MELILLO (1984) Nitrogen budget of a subarctic stream altered by beaver (*Castor canadensis*). *Oecologia* (Berlin) 62: 150-155.
- NAIMAN RJ, JM MELILLO & JE HOBBIE (1986) Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*). *Ecology* 67(5): 1254-1269.
- NIEMEYER H & P CERECEDA (1984) *Hidrografía*. Colección Geografía de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile 320 pp.
- ROUNSEFELL GA & WH EVERHART (1953) *Fishery science: its methods and applications*. John Wiley & Sons, Inc., New York. Chapman & Hall, Limited, London. xii + 444 pp.
- RUIZ VH (1993) Ictiofauna del río Andalién (Concepción Chile). *Gayana, Zoología* (Chile) 57: 109-278.
- RUIZ VH, MT LOPEZ, HI MOYANO & M MARCOS (1993) Ictiología del alto Bío Bío. Aspectos taxonómicos, alimentarios, reproductivos y ecológicos. Una discusión sobre la hoya. *Gayana Zoología* (Chile): 77-88.
- RUIZ VH TM BERRA (1994) Fishes of the high Bío Bío River of South-Central Chile with notes on diet and speculations on the origin of the ichthyofauna. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 5: 5-18.
- SCHAEFER E (1954) Origen de las especies salmonídeas en los ríos magallánicos. Folleto divulgación. Imprenta. y Litografía El Magallanes. Punta Arenas, Chile. 15 pp.
- SIEGEL S & NJ CASTELLAN (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. Second edition. McGraw - Hill Book Company. xxiii + 395 pp.
- SIELFELD WK & C VENEGAS (1980) Poblamiento e impacto ambiental de *Castor canadensis* Kuhl, en isla Navarino. *Anales del Instituto de la Patagonia* (Chile) 11: 247-257.
- SOKAL RR & FJ ROHLF (1981) *Biometry*, second edition. W.H. Freeman & Co., San Francisco, California. xviii + 859 pp.
- TOWNSEND CL & TA CROWL (1991) Fragmented population structure in a native New Zealand fish: an effect of introduced brown trout? *Oikos* 61:347-354.
- TRABA R & C RIOS (1985 -1986) Nota sobre la dieta de *Salmo trutta* (L) in Tierra del Fuego, Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia, Ciencias Naturales*. Punta Arenas (Chile). 16:87-90
- ZAMA, A and E. CARDENAS (1982) Seasonal occurrence of fishes collected in Ensenada Baja, Southern Chile, with notes of stomach contents, sex ratio and maturity. *Introduction into Aysén Chile of Pacific Salmon, SERNAP and JICA* 5:1-16, 2 plts.
- WETZLAR H (1979) *Contribuciones a la biología y explotación de truchas (Salmo gairdneri y S. trutta) en Chile*. Tesis doctoral, Facultad de Biología, Universidad Albert-Ludwig, Friburgo.