

## CARACTERÍSTICAS Y VARIABILIDAD ABIÓTICA Y BIÓTICA EN UN SISTEMA LÓTICO DE SENO SKYRING, REGIÓN DE MAGALLANES.

### ABIOTIC AND BIOTIC CHARACTERISTICS AND VARIABILITY IN A LOTIC SYSTEM OF SENO SKYRING, MAGELLAN REGION

Erika Mutschke<sup>1</sup>, Carlos Rios<sup>1</sup>, Mario Santana<sup>1</sup> & Eduardo Estay<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Se determinaron diversas características físicas, químicas y biológicas para un sistema lótico ubicado al oeste del estrecho de Magallanes, denominado río Pérez. Las concentraciones encontradas para 10 parámetros abióticos y su variabilidad en el tiempo permiten definir al río como de tipo rítrónico, con valores naturalmente bajos en las variables consideradas. Las aguas permanecen sobresaturadas con oxígeno durante todo el año, con temperaturas que fluctúan entre 0,5°C (julio) y 12,6°C (enero). Nutrientes como fosfatos, nitritos y nitratos presentaron importantes variaciones a lo largo del período estudiado. Los caudales registrados muestran consistentemente valores máximos durante primavera (noviembre) y mínimos en invierno (junio, julio), con variaciones estacionales muy marcadas. Las características físicas y químicas del agua del río no presentan hasta el momento alteraciones significativas asociables a eventos de contaminación o a modificaciones del régimen de flujo del agua. Los resultados obtenidos en relación con la distribución y abundancia del macrozoobentos indican que los organismos ocurren con bajas abundancias numéricas y en biomasa a lo largo de todo el año, con máximos durante la época de verano. La productividad anual del macrozoobentos resultó ser baja. Si bien desde un punto de vista de la calidad de las aguas es factible considerar el ambiente como adecuado para el desarrollo de especies salmonídeas, desde una perspectiva biótica los recursos existentes no podrían soportar y mantener poblaciones de carnívoros considerados tróficamente como altamente eficientes.

Palabras clave: Magallanes, ambientes lóticos, ríos, factores físico-químicos, bentos.

#### ABSTRACT

The physical, chemical and biological features of río Pérez, a lotic system located on the eastern side of the Magellan's Strait were determined by measuring different abiotic and biotic parameters. Regarding these results and their temporal variability, it was possible to define this river as a rithronic type. Through the year, waters show a continuous oversaturation in oxygen levels and temperature fluctuations are ranged between 0.5°C

<sup>1</sup> Laboratorio de Hidrobiología, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile. E-mail: emutsch@aoniken.fc.umag.cl

<sup>2</sup> Sakura Ltda, Croacia 505, Punta Arenas, Chile. E-mail: sakura@ctc.reuna.cl

(July) and 12.6°C (January). In a similar way, nutrients such as phosphates, nitrites and nitrates showed critical changes during the same period of time. Likewise, the maximum and minimum for the registered streamflow values were consistently observed during springtime (November) and winter time (June and July). All this changes are indicative of a strong seasonal dependence of the river's water flow rate. On the other hand, the physical and chemical features of the river did not show any significant disturbance, which could have been related to pollution events or modification in the water flow rate regime. The biological analysis performed related to the distribution and abundance of macrozoobenthos showed that these organisms occur in a very low numerical and biomass abundance over the whole year and the maximum values are observed in the summer time. Finally, the annual macrobenthic production turned out to be low. In this way, by examining the water's quality of río Pérez, it is possible to define this environment as suitable for the development of salmonid species. However, from a biotic perspective, the occurring resource is not capable to sustain carnivorous populations, which are trophically considered as highly efficient.

Key-Words: Magellan, lotics environments, rivers, physical-chemical factors, benthos.

## INTRODUCCIÓN

La región de Magallanes presenta una vasta red de ambientes lóticos y lénticos cuyas características límnicas han sido escasamente estudiadas a la fecha, a excepción de una serie de investigaciones limnológicas realizadas en la hoya del río Serrano, Parque Nacional Torres del Paine, sector norte de la región de Magallanes (*e.g.* Soto *et al.* 1994; Campos *et al.* 1994) y, recientemente, en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Vila *et al.* 1999).

En el área de seno Skyring, al oeste del estrecho de Magallanes, se desarrollan numerosos cuerpos de agua lóticos, normalmente representados por cursos de drenaje que se caracterizan por tener una corta longitud y un caudal más bien escaso. En este sector, los ríos Pinto, Blanco y Pérez pueden ser considerados relativamente importantes desde el punto de vista de ambos parámetros. Sin embargo, no existen para estos ríos estudios limnológicos detallados, aunque para el río Pérez, por ser uno de los ríos con tradición en pesca de especies introducidas (*e.g.* truchas), existen algunos informes técnicos que presentan antecedentes sobre repoblamiento con peces exóticos y sobre algunas de sus características físicas, químicas y biológicas (Estay 1994<sup>1</sup>, Estay & Mancilla 1995<sup>2</sup>). Información obtenida al menos estacionalmente es otro elemento faltante en las pocas investigaciones realizadas hasta ahora en los ambientes lóticos de Magallanes.

Un estudio destinado al monitoreo

estacional de algunas variables bióticas (abundancia del macrozoobentos y de la fauna íctica) y abióticas (físicas y químicas) del río (Ríos *et al.* 1998<sup>3</sup>) fue desarrollado con el fin de evaluar la potencialidad del río Pérez como eventual área de repoblamiento para especies salmonídeas. Sin embargo, un análisis reciente de Vila *et al.* (1999) sugiere un importante efecto negativo de la presencia de salmónidos sobre la riqueza y abundancia de la fauna nativa en ríos de Tierra del Fuego, ya sea por efecto de depredación directa (*e.g.* Arenas 1978), alimentación similar, ocupación del espacio o efectos inhibitorios directos (*e.g.* Capella 1992<sup>4</sup>). Por tal razón, criterios de repoblamiento deben ser vistos con extremo cuidado. Al respecto, una pregunta general puede apuntar a establecer si las características físico-químicas de un río podrían ser consideradas como aptas para una introducción y/o repoblamiento de especies ícticas exóticas. En segundo término, cabe preguntar si solamente una ponderación abiótica podría ser elemento suficiente como para tomar decisiones al respecto. La predicción básica es que tan importante como la calidad físico-química del agua resulta ser la variable biótica, en particular aquella relacionada con el alimento y sus niveles de producción, características que podrían ser la base de sustentación para nuevas poblaciones introducidas a un sistema particular.

Los objetivos del presente artículo son:

1) entregar una caracterización preliminar de tipo

<sup>1</sup> Estay, E. 1994. Investigación antecedentes para repoblamiento de truchas XII Región. Inst. Fomento Pesquero, Dirección Zonal Punta Arenas. SERPLAC XII<sup>o</sup> Región.

<sup>2</sup> Estay, E. & O. Mancilla. 1995. Investigación antecedentes para repoblamiento de truchas XII Región. Inst. Fomento Pesquero, Dirección Zonal Punta Arenas. SERPLAC XII Región.

<sup>3</sup> Ríos, C., E. Mutschke, E. Estay & V. Scabini. 1998. Estudio investigación antecedentes para repoblamiento de truchas XII Región. Informe Final. Universidad de Magallanes-Gobierno Regional Magallanes y Antártica Chilena. Inf. Inst. Pat., 86:122 pp.

<sup>4</sup> 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 mención Ecología. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 77 pp.

estacional para el río Pérez, en términos de sus parámetros físico-químicos y biológicos más relevantes, y 2) ponderar si este sistema lótico presenta características que puedan ser consideradas como apropiadas para sustentar algún eventual plan de introducción y/o repoblamiento con especies introducidas. Esta información es básica para la ejecución de planes de desarrollo relacionados con el eventual uso de los cuerpos de agua continentales de la Región (e.g. para actividades de pesca deportiva), entre los cuales cabe destacar la posibilidad de repoblamiento con especies ya introducidas o, alternativamente, con nuevas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio.

El río Pérez está localizado en el área del seno Skyring (52°33'S-71°58'W) y nace de una secuencia de chorrillos cordilleranos, bajo un sistema pluvio-nival. Recibe las aguas de la falda W de la cordillera Vidal y afluye a la ribera N del seno Skyring, con 25 a 30 m de ancho y 2 m de profundidad (Riso Patrón 1924). Presenta una cuenca estimada en 340 km<sup>2</sup>. Se le considera el principal tributario de la cuenca hidrográfica del sector que incluye las islas R. Hollenberg y laguna Blanca (Fig. 1). Las precipitaciones del área son del orden de los 700 mm anuales, según el trazado de isoyetas elaborado por Jeréz & Arancibia (1972). En general, el sector presenta una escasa presencia de asentamientos humanos significativos, aunque está fuertemente intervenido desde un punto de vista de actividades forestales y ganaderas (Ríos *et al.* 1998)<sup>3</sup>.

A partir de 1991 se estableció una estación fluviométrica del Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas XII Región, en donde se registra en forma permanente el caudal del río además de algunas variables como temperatura del aire y precipitación. La temperatura promedio del aire varía entre 1,5°C en invierno (julio) y 10,5°C en verano (enero).

El área de estudio comprendió desde la desembocadura del río Pérez en el seno Skyring hasta aproximadamente 15 km río arriba, estableciéndose un total de cuatro estaciones permanentes de muestreo (Fig. 1). Cada estación cubrió una sección de río de aproximadamente 700-1000 m de extensión, con un ancho que fluctuó entre los 5 y 12 m. La selección de las estaciones estuvo determinada fundamentalmente por facilidades de acceso. El sustrato de fondo está conformado por

cantos rodados y guijarros sobre una matriz de arenas gruesas en las estaciones 1 y 3, mientras que en las estaciones 2 y 4 hubo predominio de guijarros depositados sobre una matriz de arenas finas y formaciones de fango.

### Muestras y análisis.

Las muestras para el análisis preliminar de parámetros físico-químicos fueron tomadas entre marzo de 1997 y febrero de 1998 en cada una de las cuatro estaciones de muestreo. Las variables físico-químicas consideradas para cada estación de muestreo fueron: temperatura del agua, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, turbidez, color verdadero y aparente, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos y fosfatos. Estos parámetros fueron determinados *in situ* utilizando un equipo HACH DR/2000 con espectrofotómetro de terreno y procedimientos de análisis ad-hoc. La precisión de los métodos empleados con HACH es de 0,01 mg/l razón por la cual los valores encontrados deben ser analizados y considerados en términos de sus tendencias más que en función de su exactitud. Adicionalmente, se determinó el seston (orgánico e inorgánico) según el procedimiento descrito por Strickland & Parson (1968). El caudal del río fue obtenido a partir de los registros permanentes realizados en la estación fluviométrica del Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas, XII Región.

La distribución y la abundancia del macrozoobentos asociado a los sedimentos de fondo del río fueron determinadas a partir de muestras tomadas en los meses de marzo, mayo, agosto y noviembre de 1997. Estas fueron obtenidas empleando una red Surber con un tamaño del cuadrante de 30x30 cm (900 cm<sup>2</sup>), la cual se dispuso sobre el fondo de la corriente removiéndose manualmente el sedimento presente dentro del cuadrante hasta una profundidad no mayor de 20 cm. El uso de este instrumento de muestreo impone algunas restricciones tanto al espectro de taxa factibles de ser recolectadas como a las abundancias de éstas. En total, se tomaron 8 muestras por cada estación de muestreo y en cada período del año considerado para el estudio. El material biológico colectado fue identificado hasta el nivel taxonómico más bajo posible, posterior a lo cual los ejemplares fueron contabilizados según taxa y además pesados después de retener el exceso de agua con papel gofrado (peso húmedo, g). Los resultados de abundancias numérica y en biomasa obtenidos para cada estación fueron estandarizados a m<sup>2</sup>.

Con el objeto de comparar las abundancias

numérica y de biomasa entre épocas del año, los promedios calculados fueron contrastados según la prueba de Nemenyi, una comparación múltiple no paramétrica del tipo Tukey, posterior a una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar 1996).

La composición macrobentónica fue comparada entre estaciones de muestreo realizando un análisis de conglomerados para lo cual se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957), previa transformación a la raíz cuarta de la abundancia numérica de cada taxa. La técnica de agrupación empleada fue la de "group average-linkage" utilizándose para los cálculos el programa computacional PRIMER (Clarke & Warwick 1994).

La producción del macrozoobentos fue estimada según lo señalado en Lind (1979), mediante la formula:

$$Pb = N \sum (\bar{n}_j - \bar{n}_{j-1}) \frac{w_j + w_{j-1}}{2}$$

en donde:

Pb = biomasa(g/m<sup>2</sup>)

$\bar{n}_{j-1}$  =  $\bar{n}_j$ /grupos recolectados

N = N° de muestras

$w_j$  = peso medio organismos / m<sup>2</sup>/ período

$\bar{n}_j$  = N°organismos / m<sup>2</sup>/ período

$w_{j-1}$  =  $w_j$ / grupos recolectados

## RESULTADOS

Los datos de caudal disponibles a partir de los registros de la Dirección General de Aguas para el período 1991-1995 muestran que, consistentemente, los menores valores se presentan en los meses de junio y julio (invierno austral) mientras que en octubre-noviembre (primavera austral) se han registrado los caudales mayores (Fig. 2). Las variaciones estacionales se presentan marcadas, con mínimos que fluctúan alrededor de los 2 m<sup>3</sup>/segundo y máximos de aproximadamente 12 m<sup>3</sup>/segundo. Un valor excepcionalmente alto se observó en noviembre de 1995, con un valor que alcanzó los 18 m<sup>3</sup>/segundo.

En la figura 3 se presentan las tendencias temporales del promedio de 12 parámetros físico-químicos determinados en las cuatro estaciones de muestreo del río Pérez. En el mes de junio de 1997 se efectuaron mediciones a principio y fines de mes. Los valores de temperatura del agua presentaron una clara variación estacional, con un valor mínimo registrado en agosto (invierno) de 1997 (0,5°C) y un máximo obtenido en febrero (verano) de 1998 (12,7°C).

Las mediciones más altas de conductividad fueron obtenidas en los muestreos de invierno

(junio y julio), con una tendencia a disminuir hacia los meses de noviembre y diciembre, aumentando nuevamente hacia febrero. Los valores extremos fluctuaron entre los 0,11 y 0,04 mS/cm. El agua mostró valores de color verdadero superiores en los meses de junio, particularmente a inicios del mes (rango 62-66 unidades Pt-Co) y septiembre (rango 58-74 unidades Pt-Co). Obviamente, el color aparente sigue la misma tendencia.

La concentración de ortofosfatos fue baja durante todo el período de estudio, con máximos a inicios de junio (invierno) y septiembre (inicio de primavera).

Las concentraciones promedio de nitrato-nitrógeno no muestran una tendencia bien definida, aunque los valores obtenidos parecen ser bajos en general. Una situación similar se aprecia para las concentraciones de nitritos. Las concentraciones de oxígeno disuelto mostraron sólo pequeñas diferencias a lo largo del tiempo, con valores que variaron entre 9,4 y 14,3 mg/l. El pH promedio estuvo alrededor de la neutralidad durante todo el período de estudio, sin presentar claras fluctuaciones de tipo estacional.

Los valores más altos de sólidos totales disueltos fueron registrados en las mediciones de fines de junio y julio (0,05 mg/l como promedio en las cuatro estaciones), con una marcada disminución en agosto (0,01 mg/l) y una tendencia al aumento hacia los meses de verano. Los valores del seston tanto inorgánico como orgánico presentan un patrón que se caracteriza por un descenso en verano y principios de otoño, alcanzándose los valores máximos en invierno. Se observó además un aumento hacia los meses de primavera y mediados de otoño.

Durante el período de estudio se colectaron a lo menos 11 taxa superiores, diez de los cuales pertenecen a la clase Insecta, específicamente a estados inmaduros activos. Annelida (Oligochaeta) fue el otro taxón colectado. Además, se colectaron dos grupos de insectos en estado larval correspondientes a la familia Chironomidae y a la categoría arbitraria Otros, la cual agrupa a diversas formas larvales no identificadas. Diptera fue el orden más representado dentro del conjunto de organismos colectados durante el año (Tabla 1). Los taxa: Hymenoptera Diapriidae y Braconidae y Diptera Heleomyzidae sólo se consignan como referencia considerando que no tienen estados inmaduros acuáticos, por lo cual su presencia en las muestras puede haber sido accidental. Estos grupos y sus correspondientes abundancias no se consideraron en los análisis numéricos.

TABLA 1. Grupos taxonómicos del macrozoobentos y sus correspondientes densidades (individuos/m<sup>2</sup>) en las 4 estaciones de muestreo y por época del año en el río Pérez. Los valores representan la media (m) ± la desviación estándar (s). Para cada valor n=8.

ESTACION 1		VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4.0	7.41	2.8	5.14	0.0	0.00	0.0	0.00
Plecoptera	Grypopterigidae	160.0	112.16	0.0	0.00	6.9	10.18	27.8	36.13
	Notonemouridae	4.0	7.41	0.0	0.00	0.0	0.00	1.4	3.93
Diptera	Chironomidae	6.0	8.28	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
	Heleomyzidae	0.0	0.00	1.4	3.93	0.0	0.00	1.4	3.93
Hymenoptera	Diapriidae	2.0	5.66	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Larvas Insecta	Chironomidae	28.0	32.85	2.8	5.14	0.0	0.00	0.0	0.00
	Otros	4.0	7.41	1.4	3.93	2.8	5.14	0.0	0.00
Annelida	Oligochaeta	4.0	7.41	1.4	3.93	9.7	9.27	6.9	13.20
TOTAL		212.0		9.7		19.4		37.5	
ESTACION 2		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	28.0	25.29	12.5	20.67	1.4	3.93	0.0	0.00
	Baetidae	28.0	52.55	0.0	0.00	0.0	0.00	19.4	19.47
Plecoptera	Grypopterigidae	32.0	35.26	4.2	6.43	6.9	15.64	2.8	5.14
	Notonemouridae	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1.4	3.93
Hymenoptera	Braconidae	2.0	5.66	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Larvas Insecta	Chironomidae	6.0	8.28	4.2	11.12	0.0	0.00	2.8	5.14
	Otros	0.0	0.00	0.0	0.00	6.9	10.18	1.4	3.93
Annelida	Oligochaeta	4.0	7.41	2.8	5.25	2.8	5.14	2.8	5.14
TOTAL		100.0		23.6		18.1		30.6	
ESTACION 3		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30.0	28.92	4.2	5.75	0.0	0.00	1.4	3.93
	Baetidae	4.0	7.41	0.0	0.00	11.1	14.55	18.1	29.06
Plecoptera	Grypopterigidae	22.0	31.93	0.0	0.00	0.0	0.00	1.4	3.93
Diptera	Heleomyzidae	2.0	5.66	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
	Bombyliidae	0.0	0.00	1.4	3.93	0.0	0.00	0.0	0.00
Larvas Insecta	Chironomidae	8.0	22.63	2.8	5.14	0.0	0.00	0.0	0.00
	Otros	4.0	11.31	5.6	8.40	9.7	11.01	1.4	3.93
Annelida	Oligochaeta	8.0	14.81	4.2	8.27	11.1	19.70	5.6	8.40
TOTAL		78.0		18.0		31.9		27.8	
ESTACION 4		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2.0	5.66	11.1	17.816	4.2	11.78	1.4	3.93
	Baetidae	0.0	0.00	0.0	0.000	6.9	8.27	4.2	8.27
Plecoptera	Grypopterigidae	22.0	38.19	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Diptera	Chironomidae	8.0	12.09	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
	Heleomyzidae	0.0	0.00	2.8	5.143	0.0	0.00	0.0	0.00
	Tabanidae	0.0	0.00	1.4	3.928	0.0	0.00	0.0	0.00
Larvas Insecta	Chironomidae	26.0	42.71	0.0	0.00	0.0	0.00	2.8	5.14
	Otros	0.0	0.00	15.3	43.211	2.8	7.86	0.0	0.00
Annelida	Oligochaeta	32.0	61.08	56.9	89.766	1.4	3.93	5.6	8.39
TOTAL		90.0		87.5		15.3		13.9	

TABLA 2. Grupos taxonómicos del macrozoobentos y sus correspondientes biomásas ( $\text{g/m}^2$ ) en las 4 estaciones de muestreo y por época del año en el río Pérez. Los valores representan la media (m)  $\pm$  la desviación estándar (s). Para cada valor n=8.

ESTACION 1		VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0.005	0.0096	0.027	0.0602	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Plecoptera	Gryopterigidae	1.628	1.3940	0.000	0.0000	0.001	0.0021	0.011	0.0115
	Notonemouridae	0.013	0.0233	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0003
Diptera	Chironomidae	0.030	0.0544	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Heleomyzidae	0.000	0.0000	0.005	0.0149	0.000	0.0000	0.000	0.0003
Hymenoptera	Diapriidae	0.001	0.0023	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Larvas Insecta	Chironomidae	0.191	0.3525	0.023	0.0479	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Otros	0.026	0.0728	0.077	0.2172	0.000	0.0005	0.000	0.0000
Annelida	Oligochaeta	0.044	0.0870	0.043	0.1214	0.002	0.0053	0.002	0.0059
TOTAL		1.938		0.175		0.004		0.013	
ESTACION 2		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0.328	0.3170	0.138	0.2297	0.001	0.0016	0.000	0.0000
	Baetidae	0.206	0.4437	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.007	0.0094
Plecoptera	Gryopterigidae	0.006	0.0170	0.039	0.0801	0.001	0.0012	0.000	0.0007
	Notonemouridae	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.001	0.0016
Hymenoptera	Braconidae	0.006	0.0170	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Larvas Insecta	Chironomidae	0.018	0.0264	0.047	0.1316	0.000	0.0000	0.000	0.0003
	Otros	0.000	0.0000	0.007	0.0197	0.001	0.0013	0.000	0.0007
Annelida	Oligochaeta	0.016	0.0386	0.013	0.0250	0.002	0.0051	0.005	0.0125
TOTAL		0.950		0.242		0.004		0.013	
ESTACION 3		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0.577	0.9572	0.101	0.1543	0.000	0.0000	0.001	0.0033
	Baetidae	0.042	0.0976	0.000	0.0000	0.001	0.0014	0.006	0.0050
Plecoptera	Gryopterigidae	0.385	0.6188	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0006
Diptera	Heleomyzidae	0.042	0.1199	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Bombyliidae	0.000	0.0000	0.558	1.5772	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Larvas Insecta	Chironomidae	0.020	0.0571	0.103	0.2336	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Otros	0.291	0.823	0.033	0.0615	0.001	0.0020	0.000	0.0005
Annelida	Oligochaeta	0.125	0.3303	0.021	0.0587	0.005	0.0085	0.012	0.0313
TOTAL		1.482		0.816		0.007		0.019	
ESTACION 4		m	s	m	s	m	s	m	s
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0.069	0.1952	0.195	0.3465	0.003	0.0093	0.001	0.0020
	Baetidae	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.003	0.0043	0.002	0.0029
Plecoptera	Gryopterigidae	0.380	0.6075	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Diptera	Chironomidae	0.031	0.0676	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Heleomyzidae	0.000	0.0000	0.025	0.0675	0.000	0.0000	0.000	0.0000
	Tabanidae	0.000	0.0000	0.044	0.1245	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Larvas Insecta	Chironomidae	0.216	0.2925	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.001	0.0015
	Otros	0.000	0.000	0.069	0.1948	0.000	0.0011	0.000	0.0000
Annelida	Oligochaeta	0.555	1.1076	0.435	0.9104	0.002	0.0053	0.001	0.0011
TOTAL		1.252		0.768		0.009		0.003	

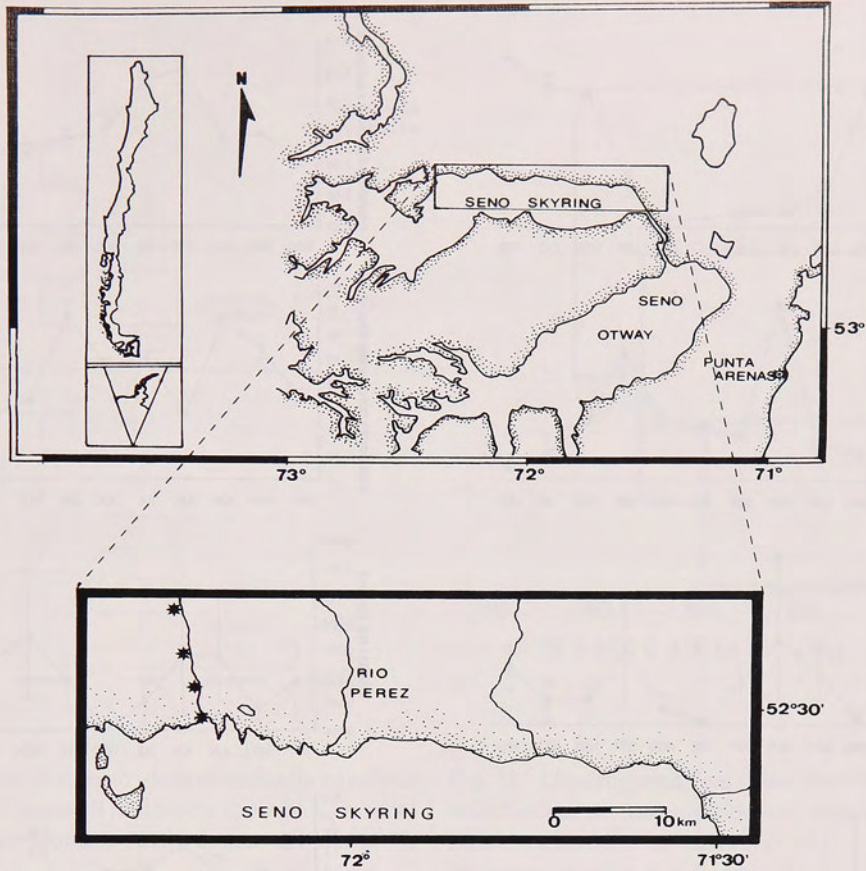


Fig. 1. Localización del río Pérez en el seno Skyring, región de Magallanes. La estación de muestreo (marcadas con \*) más cerca de la línea de costa corresponde a la Estación N°1 y la más alejada a la N°4.

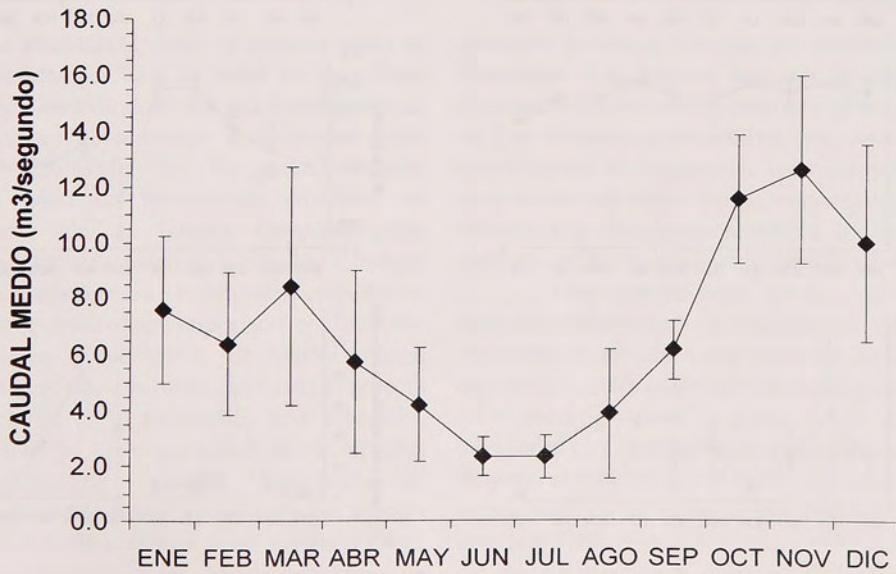


Fig. 2. Caudales promedios mensuales  $\pm$  su desviación estándar, registrados por la Dirección General de Aguas XIIª Región en la estación fluviométrica localizada en el río Pérez. Datos válidos para el período 1991-1995. Para todos los casos n=5.

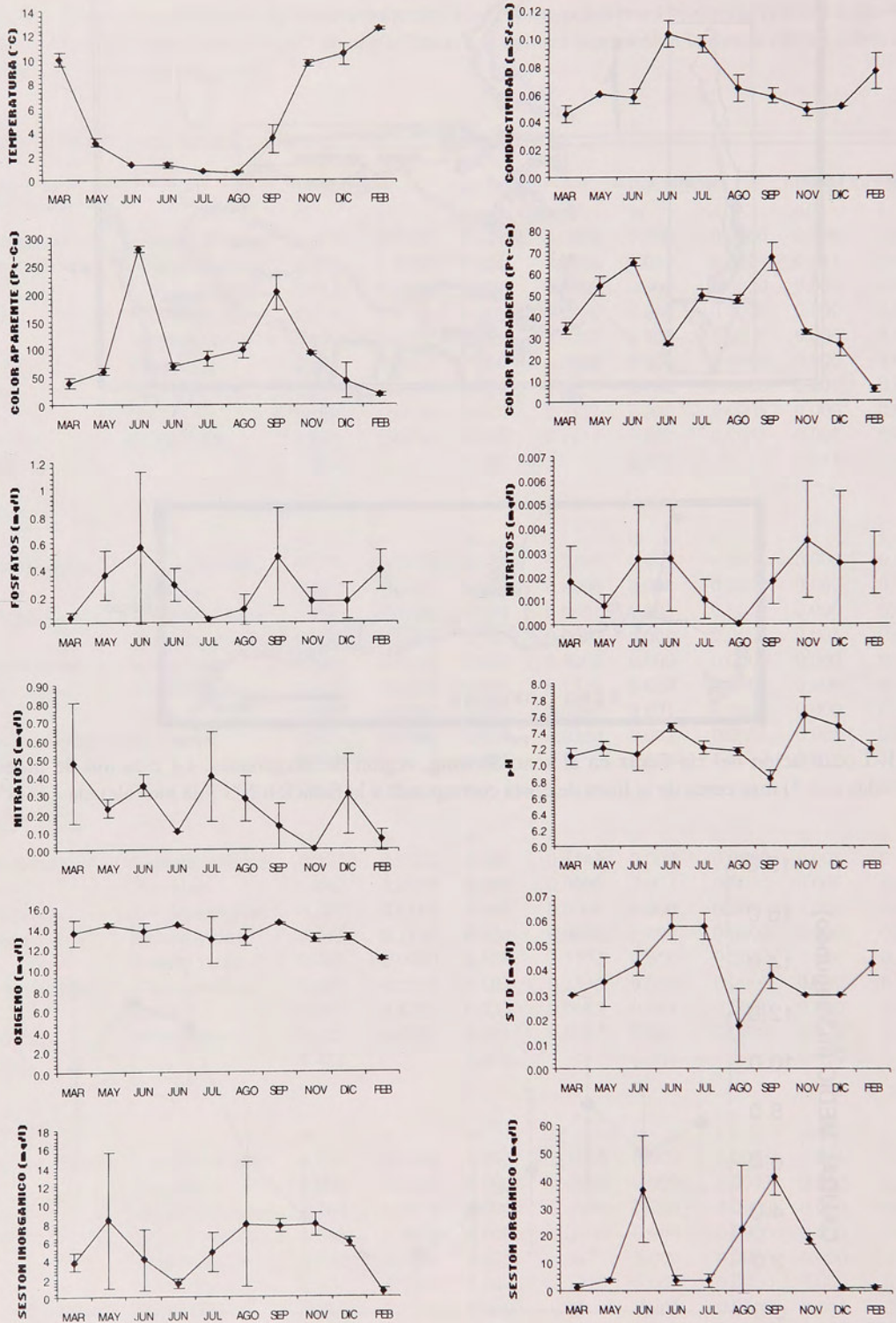


Fig. 3. Parámetros físicos y químicos determinados para el río Pérez en el período marzo-diciembre de 1997 y febrero de 1998. Para cada mes se muestra el valor medio correspondiente  $\pm$  la desviación estándar. En todos los casos  $n=4$ .

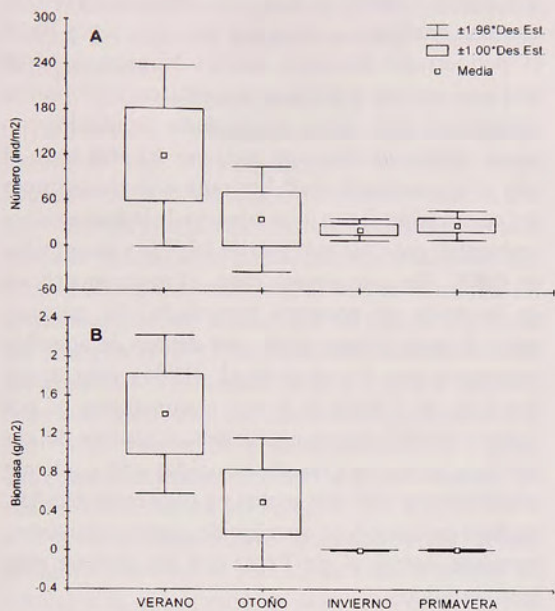


Fig. 4. Valores promedio de la abundancia numérica (A) y de la biomasa (B) del macrozoobentos presente en el río Pérez durante cuatro épocas del año 1997. Para cada estación n = 4.

La abundancia, tanto en número como en biomasa, resultó ser baja en todas las estaciones de muestreo, observándose una alta heterogeneidad entre estaciones de muestreo respecto del taxón dominante (Tablas 1 y 2). En general, durante el verano hubo un predominio numérico de representantes de la familia Grypopterigidae (Plecoptera), particularmente en la estación 1, aunque en la estación más cercana a la desembocadura del río (estación 4) se observó una importante contribución de Oligochaeta y de larvas de Chironomidae. Durante los muestreos de otoño e invierno se apreció una disminución en el número de taxa presentes, manteniéndose la heterogeneidad de dominantes entre estaciones de muestreo. Oligochaeta, las familias Grypopterigidae y Leptophlebiidae, además de larvas de Chironomidae y de la categoría Otros estuvieron presentes en las cuatro estaciones de muestreo, siendo Grypopterigidae y Oligochaeta los taxa más abundantes durante el año de muestreo. Los valores máximos en número y biomasa para cada época del año tienden a ser mayores durante el

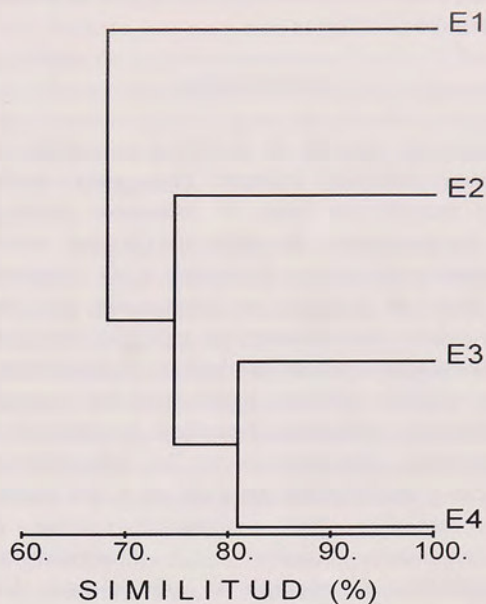


Fig. 5. Dendrograma para las distribuciones y abundancias del macrozoobentos colectado en las cuatro estaciones de muestreo (E1 - E4) en el río Pérez. Similitud calculada según el índice de Bray-Curtis (1957) a partir de datos de abundancia transformados a raíz cuarta.

muestreo de verano, con una alta variabilidad entre estaciones. Los valores menores se encontraron durante los muestreos de invierno y primavera (Fig. 4). Las diferencias observadas sólo resultaron ser significativas al comparar la biomasa determinada para verano con relación a las restantes épocas. Con relación a la abundancia numérica, los valores son similares en las cuatro épocas del año ( $P = 0,05$ ).

Una comparación entre estaciones de muestreo considerando la composición taxonómica del bentos y sus respectivas abundancias numéricas encontradas en los cuatro períodos del año se presenta en el dendrograma de la figura 5. Las similitudes calculadas son, en todas las comparaciones posibles, mayores al 50% aunque el conjunto formado por las estaciones 3 y 4 presenta una similitud  $>80\%$ . Ambas estaciones son las más cercanas a la desembocadura del río. La estación 1, correspondiente al lugar de muestreo ubicado más al interior del río, aparece segregada de las restantes tres estaciones, al igual que la estación 2. La productividad anual del macrozoobentos calculada a partir de los muestreos

trimestrales en las cuatro estaciones fue de  $9,8 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$ , con una densidad promedio para el período de estudio de  $1,8 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$ .

## DISCUSIÓN

En general, el río Pérez ha sufrido un impacto antrópico indirecto cuyo grado no ha sido cuantificado hasta el momento, producto de intervenciones de raleo del bosque nativo aledaño para labores forestales y de ganadería y obras de caminos de penetración que han atravesado puntualmente su cauce o han sido desarrolladas siguiendo su ribera. Sin embargo, estas intervenciones indirectas parecen no haber generado condiciones ambientales específicas que determinen alteraciones significativas en las características físicas y químicas del agua del río y que puedan ser asociables por ejemplo a eventos de contaminación crónica o a modificaciones permanentes del régimen de flujo del agua. Los caudales registrados muestran consistentemente valores máximos durante noviembre (primavera) y mínimos en junio-julio (invierno), con variaciones estacionales muy marcadas. Estas fluctuaciones están relacionadas con los efectos de deshielos y precipitaciones pluviales y nivales en la zona de estudio, las cuales pueden regular de manera importante el régimen de flujo del río estudiado.

Los registros indican que el valor máximo de caudal registrado para el período con datos disponibles fue de  $18 \text{ m}^3/\text{segundo}$  (noviembre de 1995), cantidad que superó la capacidad de retención de la cuenca generando severas inundaciones en el área de influencia del río. Esta situación coincidió con una época de incremento marcado de las precipitaciones nivosas y descenso de la temperatura en la región de Magallanes, considerándose al invierno del año 1995 como un "evento excepcional" en un marco de 100 años de registros de parámetros meteorológicos (Endlicher & Santana 1997).

Las variaciones de flujo observadas para el río Pérez no coinciden con aquellas que se mencionan como características para ríos del sur de Chile, en donde los valores máximos se presentan normalmente durante el invierno (Campos 1985). En este contexto, es importante sugerir la necesidad de evitar alteraciones antrópicas en las características morfológicas del río y principalmente de aquellas que contribuyen a la mantención y regulación de los niveles de agua que ingresan periódicamente al caudal (*e.g.* presencia de bosque ribereño).

Los parámetros físicos y químicos analizados de manera preliminar con el uso de

la tecnología HACH se encuentran dentro de los rangos registrados previamente para el río Pérez por Estay (1994)<sup>1</sup> y Estay & Mancilla (1995)<sup>2</sup>, con una tendencia a presentar disminuciones hacia el período del invierno austral. Nutrientes como fosfatos, nitritos y nitratos presentaron importantes variaciones a lo largo del período estudiado, con aguas sobresaturadas con oxígeno durante todo el año y baja conductividad. Los rangos de temperatura del agua variaron con dependencia de la temperatura ambiental, entre un máximo de  $12,7^\circ\text{C}$  y un mínimo de  $0,5^\circ\text{C}$ . En este último caso, el agua superficial de la orilla se presentó congelada. En general, estos últimos valores están por debajo de aquellos reportados por Campos *et al.* (1984) para aguas límnicas de Chiloe y Aisen continentales y por Campos (1985) para una serie de ríos andinos del sur de Chile. Estas características, unidas a un gradiente relativamente alto que incide en corrientes rápidas, un flujo reducido y un sustrato de cantos y guijarros, permiten definir al río Pérez con un carácter más bien ritrónico.

La calidad del agua desde un punto de vista físico y químico es un factor considerado como determinante para soportar y mantener la distribución y abundancia de poblaciones de peces y comunidad biótica asociada (*e.g.* Bistoni *et al.* 1999). Asimismo, las características mencionadas previamente acerca de los valores de los parámetros físico-químicos del río Pérez han sido consideradas como aptas para el desarrollo adecuado de poblaciones de peces, especialmente salmonídeos (*e.g.* McNeil & Bailey 1975) y, en efecto, Estay (1994)<sup>1</sup> ha reportado la presencia en el río Pérez de ejemplares de las especies exóticas *Onkorrhynchus mykiss* (Smith & Starley 1989), *O. kisutch* y *Salmo trutta fario* (Linnaeus 1758), con una alta proporción de juveniles y adultos intermedios.

Estas especies fueron introducidas en Magallanes durante el año 1927 (Schaefer 1954), con fines considerados como deportivos y han colonizado en forma rápida prácticamente todos los sistemas hídricos de la región, incluyendo áreas en Tierra del Fuego (Vila *et al.* 1999). No existen antecedentes bibliográficos respecto de especies ícticas nativas aunque sería factible suponer, a partir de los datos de Vila *et al.* (1999), la presencia de *Geotria australis* (Gray 1851), *Galaxias maculatus* Jenyns 1842, *Aplocheilichthys zebra* Jenyns 1841 y *Percichthys trucha* Valenciennes 1833. Sin embargo, no existen registros para el río Pérez respecto de la ocurrencia actual o pasada de este tipo de especies. Vila *et al.* (1999) sugieren que la escasa presencia de especies nativas en ríos específicos de Tierra

del Fuego podría estar afectada negativamente por la presencia de salmónidos en conjunto con la presencia de *Castor canadensis* (Kuhl), otra especie exótica presente en Magallanes (e.g. Sielfeld & Venegas 1980).

Los resultados obtenidos en relación con la distribución y abundancia del macrozoobentos mostraron que los organismos presentan bajas abundancias tanto en número como en biomasa a lo largo de todo el año, con valores máximos durante la época de verano. Aún la densidad numérica más alta encontrada en este trabajo ( $212 \text{ ind} \times \text{m}^{-2}$ ) resultó ser considerablemente menor que la mayor reportada por Campos *et al.* (1984) para una serie de ríos del sur chileno ( $1.160 \text{ ind} \times \text{m}^{-2}$ ). Esta relación también ocurre al confrontar las biomásas encontradas. Por otro lado, Vila *et al.* (1999) encontraron valores entre aproximadamente  $1.000$  y  $8.000 \text{ ind} \times \text{m}^{-2}$  en cuatro ríos de Tierra del Fuego.

La composición taxonómica del bentos encontrada durante el período de estudio resultó ser similar a la encontrada en otros ríos de la región, particularmente en cuanto a Insecta. Sin embargo, fue notoria la ausencia de Crustacea y Mollusca, grupos que aparecen comúnmente en otros cuerpos hídricos de la región (e.g. Vila *et al.* 1999) y, especialmente, en áreas del sur de Chile (e.g. Campos *et al.* 1984). Dentro de los taxa más recurrentes, es interesante notar la presencia durante las cuatro estaciones del año de Ephemeroptera, grupo considerado como intolerante al enriquecimiento orgánico del ambiente (Hawkes 1978). Al respecto, no existen antecedentes respecto del aporte de materia orgánica proveniente de elementos alóctonos al río (e.g. hojas, ramas) como para diferenciarlo de algún eventual aporte provocado por contaminación orgánica. Las familias Leptophlebiidae y Baetidae también son mencionadas para los ríos estudiados por Campos *et al.* (1984), especialmente la primera de ellas y que resultó ser claramente el grupo dominante en el río Pérez.

De acuerdo con el análisis de similitud, las estaciones de muestreo localizadas hacia las cercanías de la desembocadura del río presentan una composición faunística que difiere de aquella encontrada en las estaciones ubicadas hacia el interior (estaciones 1 y 2). El taxón que marca una diferencia importante es Oligochaeta, el cual aparece con mayor frecuencia y con mayor abundancia en las estaciones de la desembocadura, generando un sector con mayor biomasa disponible en comparación con los sectores aguas arriba. Estos resultados sugieren un patrón de zonación en el río estudiado, con una estructura faunística asociada a aguas netamente

limnéticas (estaciones 1 y 2) y otra a aguas con una influencia mayor de aguas salobres (estaciones 3 y 4). Por otro lado, en cada estación de muestreo las épocas de máxima abundancia faunística fueron coincidentes con incrementos en la temperatura, especialmente hacia la época de primavera-verano, tendencia similar a la observada por Aguirrebeña (1983) y Campos *et al.* (1988) en otras regiones del país.

La productividad anual del macrozoobentos fue menor a los valores determinados en 1994 para el mismo río (productividad anual de  $12,4 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$  y densidad media de  $2,3 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$ ) por Estay & Mancilla (1995)<sup>2</sup>. Estos valores permitirían categorizar al río Pérez como un "río pobre" de acuerdo a la clasificación de Albrecht (1959, en Campos 1984). Tanto la característica de "río pobre" como las bajas abundancias del componente bentónico sugieren que un eventual repoblamiento con especies de hábitos alimentarios eurípagos (e.g. Salmónidos) en el río Pérez generaría una mayor presión sobre el ya escaso componente macrozoobentónico y, probablemente, una mayor interacción negativa con otros elementos de la fauna nativa del río (e.g. peces autóctonos si los hubiere), aspecto que ha sido mencionado por Vila *et al.* (1999) para sistemas lóticos de Tierra del Fuego.

Si bien es cierto que desde un punto de vista de la calidad físico-química de las aguas es factible considerar el biotopo del río Pérez como adecuado para el desarrollo de especies salmonídeas y para la continuación de eventuales programas conducentes al fortalecimiento y/o repoblamiento del stock de truchas bravías, desde una perspectiva biótica, particularmente considerando el elemento biológico que sostendría tales esfuerzos (i.e. alimento), los recursos existentes no permitirían una mantención por sobre niveles óptimos de algunas poblaciones de carnívoros considerados tróficamente como altamente eficientes.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del estudio "Investigación Antecedentes Para Repoblamiento de Truchas XII<sup>a</sup> Región" (Código BIP N°20039274-0), financiado a la Universidad de Magallanes por el Gobierno Regional Magallanes y Antártica Chilena, a través de la Secretaría Regional Ministerial de Economía, Fomento y Reconstrucción. Expresamos nuestros reconocimientos al Club de Pesca con Mosca Patagonia (Punta Arenas) por el decidido apoyo otorgado para la ejecución del proyecto.

Agradecemos especialmente a la Dra. Irma Vila de la Universidad de Chile, Santiago,

quien gentilmente revisó y sugirió importantes modificaciones a una versión preliminar del artículo y al Prof. Vicente Pérez D'A. del Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, por sus recomendaciones. Un revisor no anónimo (Dr. José Arenas, Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile) aportó valiosas ideas que permitieron dar mayor consistencia a los datos y a la interpretación de ellos, al igual que un revisor anónimo que llamó la atención sobre puntos importantes del trabajo. Finalmente, agradecemos al Dr. Pedro Cuadra B. (Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes) quien puso en inglés una versión inicial del abstract.

#### LITERATURA CITADA

- Aguirrebeña, R. 1983. Estudio sobre insectos de deriva e insectos de fondo en el río Simpson (1981-1982). Introduction in to Aysen of Pacific Salmon. International Brief N°3. SERNAP-JICA.
- Arenas, J. 1978. Análisis de la alimentación de *Salmo gairdneri* Richardson en el lago Riñihue y río San Pedro, Chile. *Medio Ambiente* (Chile),3:50-58.
- Bistoni, M.L., A. Hued, M. Videla & L. Sagretti 1999. Efectos de la calidad del agua sobre las comunidades ícticas de la región central de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 325-335.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- Campos, H., J. Arenas, C. Jara, T. Gonser & R. Prins 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloe y Aysén continentales (Chile). *Medio Ambiente*, 7(1):52-64.
- Campos, H. 1984. Productividad íctica de ríos y lagos araucanos. En: Vila, I. & E. Fagetti (eds.) Trabajos presentados al Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses. Santiago, Chile. COPESCAL, Doc. Técn. N°4. 237 pp.
- Campos, H. 1985. Distribution of the fishes in the andean rivers in the South of Chile. *Arch. Hydrobiol.*, 104(2): 169-191.
- Campos, H., D. Soto, W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zuñiga 1994. Limnological studies of Lake Sarmiento (Chile): A subsaline lake from Chilean Patagonian. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 99(1/2):217-234.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, UK. 144 pp.
- Endlicher, W. & A. Santana 1997. El invierno de 1995: un fenómeno climático muy severo en la Patagonia austral. *Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Nat. (Chile)* 25:77-88.
- Hawkes, H.A. 1978. Invertebrates as indicators of river quality. In: James, A. & L. Evison (eds.) *Biological Indicators of Water Quality*. 2-43 pp. John Wiley & Sons.
- Jeréz, M. & M. Arancibia 1972. Trazado de isoyetas en la provincia de Magallanes. Serie Monografías N°4, Instituto de la Patagonia, Punta Arenas.
- Lind, O. 1979. *Limnology*. The C. V. Mosby Company, USA.
- McNeil, W.J. & J.E. Bailey 1975. *Salmon Rancher's Manual*. North West Fisheries Center. Processed Report. NOAA, Wa. 95 pp.
- Riso Patrón, L. 1924. *Diccionario Jeográfico de Chile*. Imprenta Universitaria. 958 pp.
- Shaefer, E. 1954. Origen de las especies salmonídeas en los ríos magallánicos. Boletín de Divulgación. Imprenta y Litografía El Magallanes. Punta Arenas, Chile. 15 pp.
- Sielfeld, W. & C. Venegas 1980. Poblamiento e impacto ambiental del *Castor canadensis* Kuhl, en Isla Navarino. *Anales Instituto Patagonia, (Chile)* 11:247-257.
- Soto, D., H. Campos, W. Steffen, O. Parra & L. Zuñiga 1994. The Torres del Paine lake district (Chilean Patagonia): A case of potentially N-limited lakes and ponds. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 99(1/2): 181-197.
- Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin* 167: 311 pp.
- Vila, I., S.F. Fuentes & M. Saavedra 1999. Ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72:273-284.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice Hall, Inc., New Jersey.