

UCH-Te
B. Ambiental
M963
c.1

ESCUELA DE PREGRADO - FACULTAD DE CIENCIAS - UNIVERSIDAD DE CHILE



“CAMBIOS EN LA RIQUEZA ÍCTICA DEL RÍO MAIPO”

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con Mención en Medio Ambiente.

BEATRIZ MARCELA MUÑOZ DONOSO

M.S.c Irma Vila Pinto
Directora Seminario de Título

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Irma Vila Pinto', written over a horizontal line.

Comisión de Evaluación Seminario de Título

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Javier Simonetti Zanelli', written over a horizontal line.
Dr. Javier Simonetti Zanelli
Presidente Comisión

Dr. Ramiro Bustamante Araya
Corrector

A large, stylized handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ramiro Bustamante Araya', written over a horizontal line.



Santiago de Chile, diciembre de 2007

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS



CAMBIOS EN LA RIQUEZA ÍCTICA DEL RÍO MAIPO

Seminario de Título
Entregado a la
Universidad de Chile
En cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al título de
Biólogo con Mención en Medio Ambiente

Por
Beatriz Marcela Muñoz Donoso

Diciembre, 2007
Santiago-Chile

Director de Seminario de Título: Prof. Irma Vila Pinto



Dedicado a mis padres, hermana y amigos, quienes con amor y paciencia me impulsaron
a llegar hasta el final del camino.



AGADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su fe e incondicionalidad, a la profesora Irma Vila, por haberme acogido y apoyado a seguir cuando mis fuerzas flaquearon, a Carlos Valdivia por socorrerme en mis momentos de angustia, a mis amigos y compañeros imparciales críticos de mi desempeño. Y a todos quienes de alguna forma he involucrado en esta loca carrera que ha sido mi vida universitaria.





INDICE DE CONTENIDOS

	Contenidos	Página
Abstrat		1
Resumen		2
Introducción		3
Material y métodos		5
	<ul style="list-style-type: none">• Sitio de estudio• Sitios de muestreo• Ictiofauna• Variables de calidad de agua• Métodos de análisis	5 6 8 8 8
Resultados		10
	<ul style="list-style-type: none">• Ictiofauna• Variables físicas y químicas	10 11
Discusión		15
Conclusiones		18
Bibliografía		19

ÍNDICE DE TABLAS

	Tablas	Página
Tabla 1:	Estaciones de muestreo en la hoya hidrográfica del Río Maipo y sus altitudes.	6
Tabla 2:	Prueba de χ^2 para la abundancia de peces entre los años 1969 y 2003. Abundancia y riqueza de especies para el río Maipo.	10
Tabla 3:	Prueba de Wilcoxon para muestras pareadas entre variables físicas y químicas para el Río Maipo entre los años 1969 y 2003.	12
Tabla 4:	Análisis de Correlaciones no-paramétricas de Spearman entre factores abióticos y atributos de la comunidad íctica.	14

INDICE DE FIGURAS

	Figuras	Página
Figura 1:	Hoya del Río Maipo, con puntos de muestreo para el año 2003.	7
Figura 2:	Concentración de Fósforo total ($\mu\text{g/l}$) en el Río Maipo para el año 2003.	12
Figura 3:	Concentración de Nitrógeno total ($\mu\text{g/l}$) en el Río Maipo para el año 2003	13

INDICE DE ANEXOS

	Anexo	Página
Anexo I	Figura 4: Porcentaje de saturación de oxígeno para el sistema fluvial del Río Maipo para el año 2003.	I
Anexo II	Figura 5: Comparación del pH, para los años 1969 y 2003	I
	Figura 6: Comparación de la temperatura en °C, para los años 1969 y 2003.	I
	Figura 7: Comparación del porcentaje de saturación de oxígeno, para los años 1969 y 2003.	II
	Figura 8: Comparación del numero de taxas observados por sitio en el Río Maipo en los años 1969 y 2003.	II

LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grado Celsius
cc/l	Centímetro cúbico por litro
Kw	Kilo Watts
µg/l	Micro gramo por litro
min	Minuto
µOhm	Micro Ohm
MOP	Ministerio de Obras Públicas
ppm	Partes por millon



ABSTRACT

This work compares richness and ichthyic composition of Maipo River in relation to the work "Ictiofauna del Sistema Hidrográfico del Río Maipo", associating it with physics and chemical water values. Changes of the basin species composition were observed with an increase in the presence of exotic species and the decrease, and in some cases the total absence, of the native species previously described, nevertheless, significant changes of the water physical and chemical parameters, that would explain the ichthyic fauna variation, were not observed. Due to the nature of this type of river with high water exchange rates and constant oxygen saturation, it is probable that pollutant elements remain oxidized in the sediments and from there they indirectly affect trophic chains; besides this, the habitat loss due to the basin uses in mining and agricultural activities should be considered. Another non evaluated factor is piscivory of exotic species on the native ones what could be affecting the ichthyic community composition.



RESUMEN

El presente trabajo compara la riqueza y abundancia de especies ícticas del Río Maipo en relación al trabajo “Ictiofauna del Sistema Hidrográfico del Río Maipo” realizado por Duarte y colaboradores en el año 1971, asociando las variables físicas y químicas del agua. Se observa, cambios en la abundancia de especies, con un aumento de especies exóticas, y la disminución y en algunos casos la ausencia de especies nativas anteriormente descritas para el sistema, sin embargo, no se observan cambios significativos en los parámetros físicos y químicos del agua que puedan explicar la variación de la ictiofauna. Dada la naturaleza de este tipo de ríos con alta tasa de recambio, y constante saturación de oxígeno es probable que los elementos contaminantes permanezcan oxidados y depositados en los sedimentos y desde aquí afecten en forma indirecta a la cadena trófica del sistema. También se debe tomar en cuenta la pérdida de hábitat producto del uso de la cuenca en labores mineras y agrícolas. Otro factor no evaluado en la cuenca es la piscivoría de especies exóticas sobre las nativas, lo que a su vez podría estar afectando la composición de especies de la comunidad íctica.

INTRODUCCION

La superficie de la cuenca hidrográfica del Río Maipo cubre prácticamente el 100% de la Región Metropolitana, la de más alta densidad demográfica de Chile (Romero *et al*, 2003) y una mínima superficie de las regiones de Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins. Con una longitud de 250 Km. (MOP, 2004) esta ha sido desde siempre la principal fuente de agua de la Región Metropolitana, la cual ha incrementado su población en un 100% en los últimos 30 años, trayendo consigo el deterioro de los cursos de agua, principalmente eutrofización, producto de la materia orgánica proveniente de las aguas servidas no tratadas (Acuña *et al*, 2005). En la actualidad, la cuenca sustenta una alta concentración de habitantes e industrias, y atiende alrededor del 70% de la demanda actual de agua potable y cerca del 90% de las demandas de regadío, como también un intensivo aprovechamiento hidroeléctrico (MOP, 2004),

En el año 1969, Duarte *et al*. desarrollaron el estudio "Ictiofauna del Sistema Hidrográfico del Río Maipo", publicado en el año 1971, en el cual se evaluó la riqueza íctica de toda la hoya de este río junto con la medición de variables físicas y químicas de la calidad del agua. Desde entonces hasta ahora la región ha experimentado cambios diversos, entre los cuales se destacan, el incremento poblacional y la actividad industrial asociada. En Acuña *et al* (2005), se cita posible disminución de la riqueza íctica en el curso de Río Maipo. Esto se asociaría de acuerdo con descrito para otros ríos del país a cambios en el uso de la cuenca, el impacto de actividades recreativas, eliminación de residuos sólidos, fragmentación del hábitat por construcción de embalses y extracción de

áridos en sus riberas, entre otros factores que alterarían el sistema (Soto et al, 2006; Habit et al, 2005; Campos 1995).

Dado que las condiciones de la cuenca han cambiado severamente en los últimos treinta años debemos esperar cambios en las variables físicas y químicas del agua entre lo obtenido por Duarte *et al.* en 1969 y la actualidad. También y considerando los posibles cambios en la riqueza íctica sugeridos por Acuña en el 2005, se espera que de existir cambios en las variables físicas y químicas evaluadas estas estén en directa relación con el cambio en la riqueza y abundancia íctica.

Objetivo general

Establecer la variación de riqueza y diversidad de peces en el Río Maipo y como se correlaciona con posibles cambios en las características abióticas del sistema

Objetivos específicos

- 1) Caracterizar el Río Maipo en función de las variables físicas y químicas del agua y de la riqueza de la fauna íctica en 19 estaciones previamente evaluadas por Duarte *et al.* (1971).
- 2) Determinar cambios en la temperatura, pH, concentración de oxígeno, riqueza y abundancia de peces en base a los valores obtenidos por Duarte, *et al* (1971) para el mismo sistema.
- 3) Estimar posibles relaciones entre variables ambientales y riqueza íctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

MUESTREO

Sitio de estudio

La cuenca del Río Maipo (Figura 1) se encuentra ubicada en la zona hidrográfica semiárida (Vila *et al*, 1996), y posee una extensión estimada en 14.600 Km² de superficie (Fuenzalida, 1965). Está conformada en gran parte por los cursos que drenan las aguas provenientes del derretimiento de las nieves en el sector de la Cordillera de Los Andes ubicado entre los 33° y 34° latitud Sur (Duarte *et al*, 1971; Niemeyer y Cereceda 1984) y por los Ríos Maipo y Mapocho y algunos tributarios menores como los esteros Lampa, Angostura, Puangue y El Arrayán, entre otros (MOP, 1991).

El Río Maipo nace de la unión de tres arroyos provenientes de diferentes vertientes, en el lugar denominado “Los Nacimientos”, ubicado aproximadamente en la cota 3.135 m., por el lado occidental del Volcán Maipo. Desarrolla su curso superior en dirección prácticamente constante SSE – NNW por espacio de 62 Km. Con una pendiente media de 2,9 %, hasta la junta con el río Volcán (Niemeyer y Cereceda 1984).

El régimen hidrológico del Maipo y de sus principales afluentes andinos es pluvio-nival con dos crecidas anuales, una en invierno, por precipitaciones y otra en primavera por deshielos cordilleranos (Acuña *et al*, 2005). Sin embargo, un análisis del comportamiento de las aguas permite decir que hay primacía del régimen nival, ya que los caudales máximos estivales duplican los gastos medios de invierno (Niemeyer y Cereceda 1984).

Sitios de muestreo

Los peces fueron muestreados en 19 sitios a lo largo del curso del Río Maipo. Estos puntos fueron seleccionados siguiendo el patrón de muestreo utilizado por Duarte *et al.* durante 1969. En aquellos sitios que presentaron problemas en el estado y/o acceso, se remitió a lugares cercanos dentro de la cuenca. El Río fue muestreado en toda su longitud, durante el mes de Mayo del año 2003. En la tabla 1, se señalan las estaciones de muestreo para el año 2003, con código de identificación en orden descendiente de altitud. En la figura 1 se observa un plano de la cuenca del Río Maipo y las estaciones de muestreo para el año 2003.

Tabla 1: Estaciones de muestreo en la hoya hidrográfica del Río Maipo y sus altitudes. Para facilitar la identificación de los sitios, se ha asignado código haciendo alusión al nombre de la estación.

Cod	Sitio	Altitud (m.s.n.m.)	Cod	Sitio	Altitud (m.s.n.m.)
YA	Embalse El Yeso (arriba)	2583	PI	Pirque	599
EE	El Extravío	1564	PM	Puente Mapocho (Mapocho)	468
LM	Las Melosas	1432	EL	Estero Lampa	451
EV	El Volacán	1404	AN	Angostura	393
YB	Embalse El Yeso (abajo)	1332	IM	Isla de Maipo	320
EC	Coyanco	1021	TA	Talagante (El Monte)	303
ET	El Toyo	1001	CH	Chocalán	139
EM	El Manzano	890	PU	Puangué	119
LO	La Obra	803	CU	Cuncumén	6,7
CL	Clarillo	647			

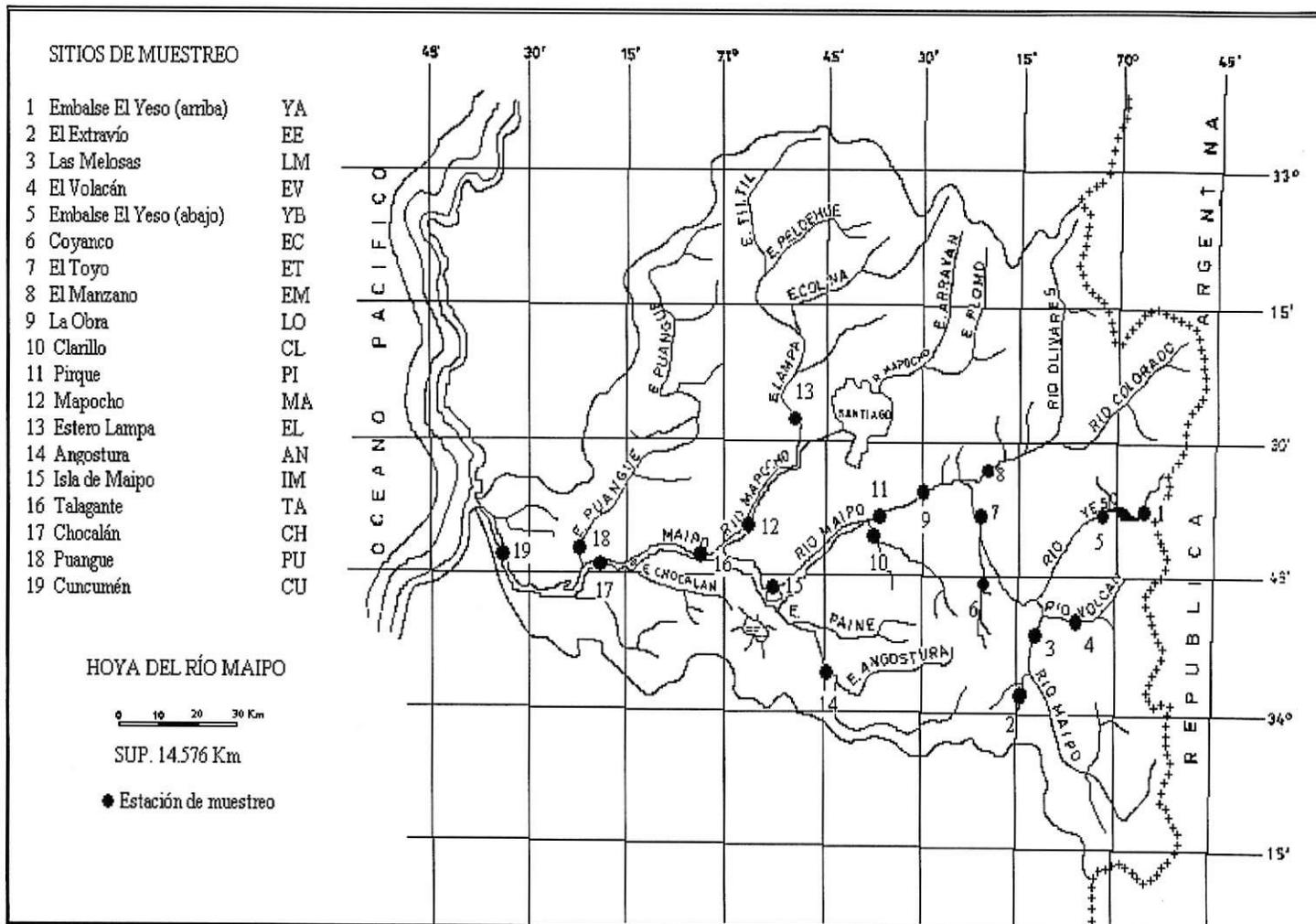


Figura 1: Cuenca del Río Maipo, con puntos de muestreo para el año 2003.

Ictiofauna

El muestreo de peces se realizó en transectos lineales de 50 m y 15 min cada uno utilizando equipo de pesca eléctrica marca Coffelt modelo Mark 10. Los peces fueron recogidos con redes tipo chinguillo y trasladados al laboratorio, donde fueron identificados y contabilizados.

Variables de calidad del agua

En cada estación se tomaron muestras para análisis de oxígeno con el método Winkler (APHA, 1998) con fijación “in situ”. Fósforo y Nitrógeno se midió con el método Kjeldahl según Mülhlauser *et al*, 1986. También, se midió “in situ” pH (pHmetro portátil “The Oyster”) y conductividad (conductivímetro digital VWR 23226-523).

Métodos de análisis

Se determinó la abundancia como número de individuos presentes en el sistema pertenecientes a cada taxa y riqueza como número de especies presentes. Para estimar cambios en la abundancia de peces se utilizó test de χ^2 . La riqueza se analizó con prueba de signos.

Para determinar cambios en las variables físicas y químicas de calidad de agua entre los años 1969 y 2003, se utilizó una prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Dado que las unidades de medición para la concentración de oxígeno medida en ambos años es diferente, se procedió a transformar los valores a porcentaje de saturación de oxígeno en cada sitio. Además, como no se dispuso de datos previos respecto del Nitrógeno ni

Fósforo totales en el agua, sólo se utilizaron estos datos para asociarlos con las variables biológicas medidas.

Para relacionar los atributos comunitarios de la ictiofauna, y las variables físicas y químicas, se utilizó correlación no paramétrica de Spearman para cada uno de los pares posibles. (Sokal, *et al.* 1981)

RESULTADOS

Ictiofauna

Durante la campaña del año 2003, se capturaron 246 individuos de peces correspondientes a 8 especies. De las 12 especies encontradas en el año 1969, sólo 7 de ellas fueron registradas en el muestreo del año 2003, más una nueva: *Cnesteredon descenmaculatus*.

Para estimar diferencias significativas en la abundancia de peces entre los años 1969 y 2003, se realizó una prueba de χ^2 , los resultados se pueden observar en la tabla 2, en la cual también se observan abundancia y riqueza en ambos años.

Tabla 2: Prueba de χ^2 para la abundancia de peces entre los años 1969 y 2003. Abundancias y Riqueza de especies para el Río Maipo.

ESPECIE	ABUNDANCIA		χ^2	P
	1969	2003		
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Om)	21	27	86,955607	< 0,05
<i>Salmo trutta</i> (St)	24	9	6,0190865	< 0,05
<i>Trichomycterus areolatus</i> (Ta)	435	163	184,26815	< 0,05
<i>Basilichthys australis</i> (Ba)	198	11	9,2910718	< 0,05
<i>Cheirodon pisciculus</i> (Cp)	284	0	43,617549	< 0,05
<i>Percilia gillissi</i> (Pg)	173	10	7,4509911	< 0,05
<i>Percichthys trucha</i> (Pt)	38	12	5,8810494	< 0,05
<i>Carassius carassius</i> (Cac)	86	0	11,076472	< 0,05
<i>Cyprinus carpio</i> (Cyc)	73	1	7,2251901	< 0,05
<i>Gambusia affinis</i> (Ga)	435	0	73,808681	< 0,05
<i>Ictalurus nebulosus</i> (In)	30	0	3,076299	< 0,1
<i>Nematogenys inermis</i> (Ni)	8	0	0,2510485	< 0,75
<i>Cnesteredon descenmaculatus</i> (Cd)	0	13	87,787396	< 0,05
TOTAL DE INDIVIDUOS	1805	246		
RIQUEZA DE ESPECIES	12	8		

El test de χ^2 muestra diferencias significativas en la abundancia de especies, excepto para *I. nebulosus* y *N. inermis*.

La prueba de signos determinó cambios significativos ($Z = 2,21880078$, $p < 0,05$) para la riqueza de especies de peces en el Río Maipo entre ambos años

Variables físicas y químicas

Los valores de pH permanecen constantes a lo largo del curso del río variando entre 7 a 9,4 en el año 1969 y entre 7,1 a 8,9 en el 2003 con un máximo en la estación La Obra (11,9) (Figura 5, Anexo II).

La temperatura en grados Celsius, oscila entre 6,7° C y 22° C para el año 1969 y entre 6,5° C y 18,6° C para el año 2003, en ambos casos la tendencia es a aumentar hacia la desembocadura del río (Figura 6, Anexo II).

El porcentaje de saturación de oxígeno se encuentra en rangos de 79% a 127% para el año 1969 y de 90% a 126% para el año 2003 (Figura 7, Anexo II).

La tabla 3 muestra los resultados de la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas, para las variables físicas y químicas de calidad de agua, entre los años 1969 y 2003.

Tabla 3: prueba de Wilcoxon para muestras pareadas, entre variables físicas y químicas para el Río Maipo entre los años 1969 y 2003.

Variable	N	Z	T	p
PH	14	1,0985885	62	0,756
Temperatura (°C)	13	0,803685	38	0,212
Porcentaje de saturación de Oxígeno	10	0,3554093	19,5	0,722

Al realizar la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas se observa que no existen diferencias significativas para los años 1969 y 2003, en las variables medidas.

El fósforo total varía entre 9,8 y 1556,8 $\mu\text{g/l}$, con cuatro máximos en Mapocho, Talagante, Puangue y Cuncumén. (Figura 2), El Nitrógeno total oscila en rangos de 113,8 $\mu\text{g/l}$ a 5431,8 $\mu\text{g/l}$ con tres máximos en Mapocho, Talagante, Puangue (Figura 3).

Figura 2: Concentración de Fósforo total ($\mu\text{g/l}$) en el Río Maipo para el año 2003. Los sitios se encuentran en orden descendiente de altitud.

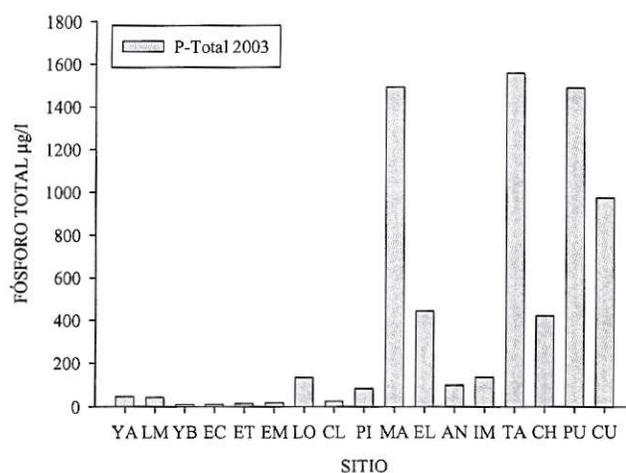
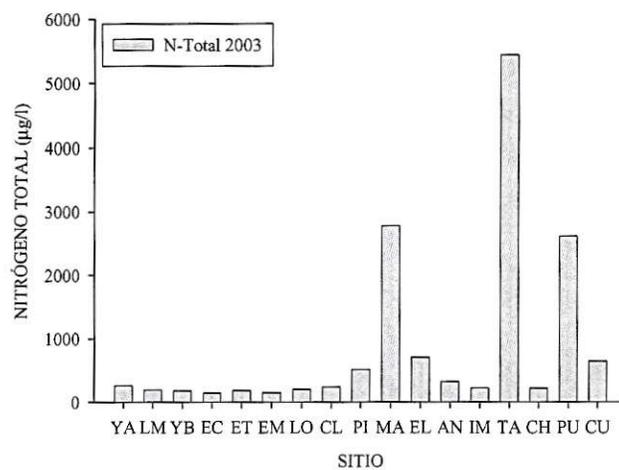


Figura 3: Concentración de Nitrógeno total ($\mu\text{g/l}$) en el Río Maipo para el año 2003. Los sitios se encuentran en orden descendiente de altitud.



Para determinar relaciones significativas entre los atributos comunitarios de los peces con las variables físicas y químicas de calidad de agua, se asociaron, mediante un Análisis de Correlaciones no-paramétricas de Spearman. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Análisis de correlaciones no-paramétricas de Spearman entre factores abióticos y atributos de la comunidad íctica.

	N	Spearman	T(N-2)	p-level
1) Riqueza				
Altitud	19	-0,287368	-1,23702	0,232894
pH	19	0,217217	0,917518	0,371705
Temperatura	19	0,222596	0,941405	0,359683
Conductividad	19	0,62035	0,256270	0,800818
P-Total	17	-0,081633	-0,317223	0,755447
N-Total	17	-0,264355	-1,06161	0,305208
OD	19	0,205076	0,863914	0,491854
2) Abundancia				
Altitud	19	-0,386092	-1,72571	0,102529
pH	19	0,255707	1,090562	0,290682
Temperatura	19	0,359092	1,586385	0,131076
Conductividad	19	0,022500	0,092791	0,927154
P-Total	17	-0,057147	-0,221693	0,827543
N-Total	17	-0,217275	-0,862097	0,402207
OD	19	0,287022	1,235402	0,233482

De la tabla 4 se observa que no existen asociaciones significativas entre las variables físicas y químicas del agua con los atributos comunitarios de peces.

DISCUSIÓN

La ictiofauna del Río Maipo ha presentado cambios significativos en los últimos 30 años, sin embargo no se han podido asociar con las variables físicas y químicas de calidad de agua medidas, las cuales se han mantenido prácticamente sin variación.

Entre los años 1969 y 2003 la hoya del Río Maipo ha mostrado cambios sustanciales en la fauna íctica, observándose cambios significativos, tanto en la abundancia de peces como en la riqueza de estos.

La comparación del pH, temperatura y porcentaje de saturación de oxígeno del agua para muestras tomadas en el año 1969 y 2003 (tabla 3), no presentó diferencias significativas entre estos años. Esto se explicaría por las características hidrológicas del sistema Maipo, ya que los ríos de alta pendiente (2,9% promedio, según Niemeyer y Cereceda, 1984) y con características ritrónicas se mantienen altamente oxigenados (figura 4, Anexo I). La presencia de oxígeno mantendría los metales pesados y posibles contaminantes orgánicos en forma oxidada retenidos en los sedimentos (Vila *et al*, 1996; Horne & Goldman, 1994; Wetzel, 1983)

Eventos puntuales de contaminación pueden disminuir el oxígeno disuelto haciendo solubles los contaminantes. En las figuras 2 y 3 se observan tres sitios en los cuales los valores de fósforo y nitrógeno totales se incrementan significativamente respecto del resto de los puntos muestreados (Río Mapocho, Estero Puangue y Talagante), estos tres puntos muestreados se encuentran directamente aguas abajo de sectores de alta densidad poblacional, son también los que muestran el menor porcentaje de saturación de oxígeno respecto del resto de la cuenca con valores entre 16% y 73% respectivamente, (figura 4, Anexo I). Son también estos sitios en conjunto con Cuncumén los que presentaron la

mayor diferencia en la riqueza de especies ícticas respecto del año 1969 (Figura 8, Anexo II).

Sin embargo estas situaciones puntuales, no representan a la totalidad de la cuenca, además, no se observan asociaciones significativas entre las variables físicas y químicas medidas con la abundancia y riqueza de especies.

Si bien, las variables medidas no nos dan cuenta de la variación en la abundancia y riqueza íctica no se puede desestimar el efecto de otras variables ambientales que estén dando cuenta de este fenómeno ya que los cambios que ha experimentado el Río Maipo, son variados. En los últimos treinta años, se ha vertido en sus aguas y sedimentos productos de las actividades domésticas e industriales, además de fragmentación del habitat por canalización y extracción de áridos, el cambio en el uso de los suelos, deforestación de riveras y cambio de la vegetación por áreas de cultivo lo que conlleva al cambio o destrucción de los refugios de peces, también, y aunque aún no ha sido evaluado la piscivoría y competencia de especies introducidas sobre la fauna autóctona que pueden y deben ser considerados como parte de los factores que han llevado al cambio de la ictiofauna del Río Maipo en el transcurso del tiempo.

En Chile no existen sistemas acuáticos protegidos, con excepción de aquellos incluidos dentro de las áreas silvestres protegidas del estado (SNASPE) (Vila & Pardo, 2006), además el reducido tamaño, la simpleza morfológica y de coloración de la mayor parte de las especies ícticas de aguas continentales chilenas han contribuido al escaso conocimiento que la mayor parte de los habitantes del país tiene de ellas. Este desconocimiento, unido a la introducción de especies, como salmonídeos, anfibios y algunos mamíferos, y al progresivo deterioro del hábitat, principalmente por

fragmentación y disminución de la calidad del agua ha ocasionado que la mayor parte de las especies nativas de peces de agua dulce se encuentren con algún grado de amenaza de conservación (Campos, *et al*, 1998; Dyer 2000; Vila et al 2006).

CONCLUSIONES

- La riqueza íctica ha cambiado significativamente en los últimos 37 años, observándose también la incorporación de nuevas especies introducidas y la desaparición de especies nativas, dando cuenta de los cambios producidos en la cuenca del río Maipo en este período de tiempo.
- Las características del río, con alto porcentaje de saturación de oxígeno, nos muestra variables de calidad de agua similares a lo largo del tiempo.
- Las asociaciones entre las variables bióticas y abióticas de este sistema fluvial no muestran relaciones de interdependencia significativas.
- Sería de relevancia realizar estudios de posibles contaminantes depositados en los sedimentos. Conjuntamente con esto es necesario estudiar las dinámicas poblacionales de las especies introducidas y sus interacciones con las especies autóctonas.

BIBLIOGRAFÍA

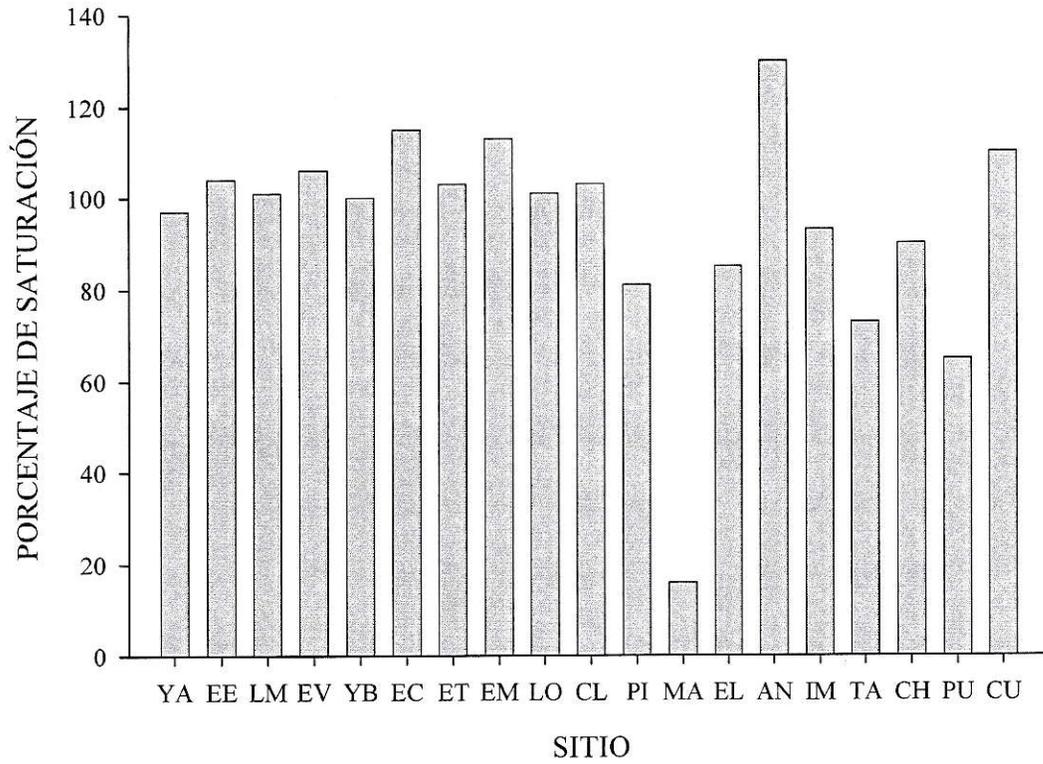
- Acuña P., Barrera, V., Pardo, R., Scott, S e I. Vila. 2005. Treinta años de Eutrofización en la cuenca del Río Maipo: Efecto en la Riqueza Íctica, en Tercer Taller Internacional de Eutrofización de Lagos y Embalses. Vila, I y Pizarro, J. Ed. CYTED Patagonia Impresores. Chile.
- APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. Twentieth edition. Baltimore, Maryland. 1220 pp.
- Campos, H., J. Gavilán, F. Alay, V. Ruiz. 1995. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del Río Biobío. EULA: Vol. 12: 249-278.
- Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Siefeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122 pp.
- Duarte, W., y col. 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del Río Maipo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile 32: 227-268.
- Fuenzalida, H. 1965. Clima en Geografía económica de Chile. Santiago. Corp. Fom. Product. Texto refundido, 58-152 pp
- Habit, E; M. Belk & O. Parra. 2005. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversión hydropower plant in central Chile. Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems.

- Horne, A & R. Goldman. 1994. *Limnology*. 480 pp. Mc Graw Hill. NY.
- Ministerio de Obras Públicas. 1991. Contaminación de aguas naturales. Inventario de contaminación. DGA, Departamento de Estudio.
- Ministerio de Obras Públicas. Dirección general de Aguas. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Maipo.
- Muhlhauser, H; L. Soto & P. Zahradnik. 1986. Improvement of the Kjeldahl method for total nitrogen including acid-hidrolizable phosphorus determinations in freshwater ecosystems. *Internat. J. Environ. Anal. Chem.* 28 (3): 1-12.
- Niemeyer, H y Cereceda, P. 1984. *Geografía de Chile*. Tomo VIII. Hidrografía. Instituto Geográfico Militar. 320 pp
- Romero, H., Órdenes, F. y A. Vásquez. 2003. Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudad de Santiago y ciudades intermedias en Chile. En *Globalización y biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*. (Figueroa, E. y Simonetti, J. Ed.): 167-208. Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
- Soto, D; I. Arismendi; J. Gonzalez; J. Sanzana; F. Jara; C. Jara; E. Guzmán; A. Lara. 2006. Sur de Chile, país de truchas y salmones: patrones de invasión y amenazas para las especies nativas. *Rev. Chil. Hist. Nat.* Vol 79, no.1, p.97-117.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf (1981). *Biometry*. Edited by W. H. Freeman and Company New York. Second edition.

- Vila I. Contreras, M y J. Pizarro. 1996. Análisis del efecto del material particulado en aguas de riego I - IX Región, Antecedentes Preliminares.
- Vila, I., R. Pardo. 2006. Peces Límnicos. Biodiversidad de Chile patrimonio y desafío. Comisión Nacional de Medio Ambiente. pp: 306-311.
- Wetzel, R. 1983. Limnology. 767 pp. Sunders College Pu. NY.

ANEXO I

Figura 4: Porcentaje de saturación de oxígeno para el sistema fluvial del Río Maipo para el año 2003.



ANEXO II

Gráficos de datos obtenidos durante los muestreos de los años 1969 y 2003

Figura 5: Comparación del pH, para los años 1969 y 2003

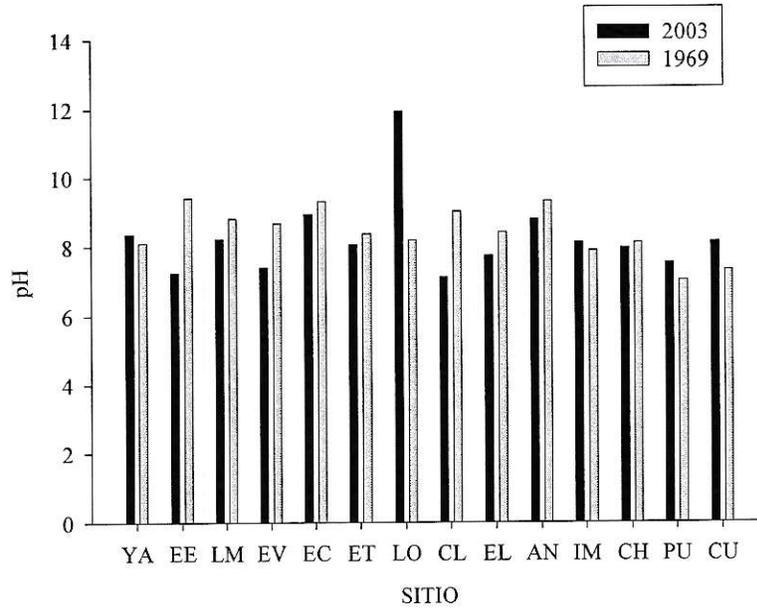


Figura 6: Comparación de la temperatura en °C, para los años 1969 y 2003.

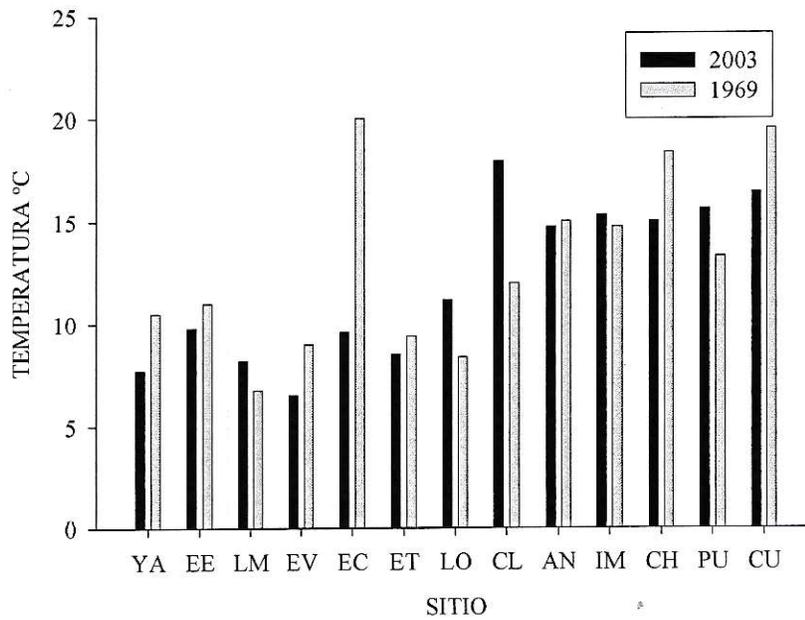


Figura 7: Comparación del porcentaje de saturación de oxígeno, para los años 1969 y 2003.

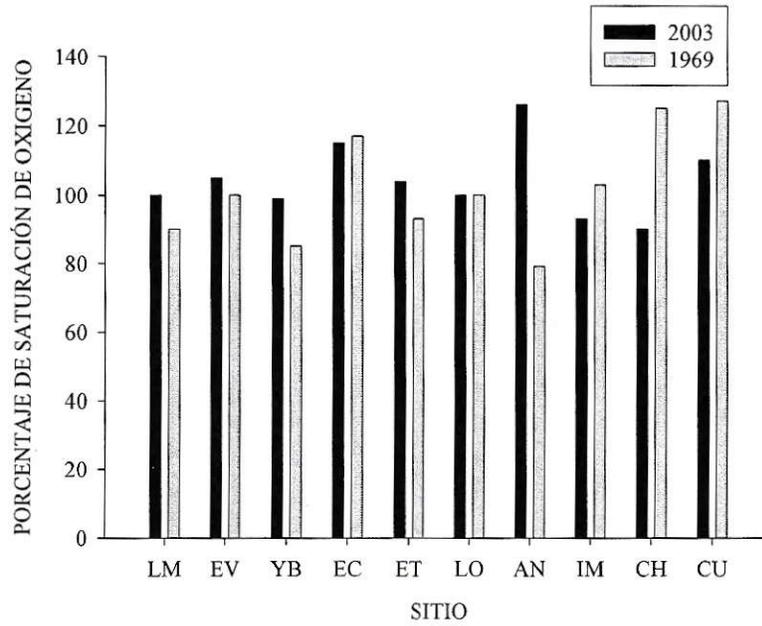


Figura 8: Comparación del número de taxas observados por sitio en el Río Maipo en los años 1969 y 2003.

