

Caracterización de los ensambles de macroinvertebrados y peces en ríos tributarios al río Biobío: Su importancia como zonas prioritarias para la conservación

Characterization of macroinvertebrate and fish assemblages in tributary rivers of the Biobío River: Their importance as priority areas for conservation

Natalia Sandoval^{1,*}, Anaysa Elgueta-Herrera¹, Jorge Gonzalez^{1,2} & Cristian Godoy Barbieri¹

¹Centro de Ecología Aplicada Ltda., Príncipe de Gales 6465, La Reina, Santiago, Chile.

²Corporación Nacional Forestal, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, Baquedano 847, Puerto Natales, Chile.

*E-mail: nsandoval@cea.cl

RESUMEN

Los sistemas acuáticos continentales son los ecosistemas más amenazados del mundo por el desarrollo de actividades antropogénicas. Avanzar en el conocimiento de la ecología de estos sistemas, es la base para la creación de medidas de manejo adecuadas para la conservación de estos sistemas. Este estudio, proporciona antecedentes relevantes de la estructura de los ensambles de macroinvertebrados y peces en seis ríos tributarios de la cuenca del río Biobío, caracterizada por una alta alteración hidrológica e índice de fragmentación. Nuestros resultados describen una buena condición ambiental en los ríos evaluados, destacando los ríos Lirquén, Quilme y Mininco, como cursos de agua con alta riqueza y diversidad de especies de macroinvertebrados y peces. De manera estructural, estos ríos constituyen un refugio para especies de peces nativas catalogadas en categorías de conservación En Peligro (*Nematogenys inermis*, *Bullockia maldonadoi*, *Percilia irwini*, *Diplomystes nahuelbutaensis*). En este sentido, se señala el rol fundamental de estos como reservorios de especies y la importancia a nivel de cuenca de mantener la conectividad de estos tributarios con el curso principal, y no solo la conservación de cada río de manera segregada.

Palabras clave: centro-sur Chile, conservación, macroinvertebrados, peces nativos, ríos andinos.

ABSTRACT

Fluvial systems are the most threatened ecosystems in the world by the development of anthropogenic activities. Advancing in the knowledge of the ecology of these systems is the basis for the creation of adequate management measures for the conservation of these systems. This study provides relevant background information on the structure of macroinvertebrate and fish assemblages in six tributary rivers of the Biobío River Basin, a basin characterised by high hydrological alteration and fragmentation index. Our results describe a good environmental condition in the rivers evaluated, with the Lirquén, Quilme and Mininco rivers standing out as water courses with a high richness and diversity of macroinvertebrate and fish species. Structurally, these rivers are a refuge for native fish species classified as Endangered (*Nematogenys inermis*, *Bullockia maldonadoi*, *Percilia irwini*, *Diplomystes nahuelbutaensis*). In this sense, the fundamental role of these as reservoirs of species and the importance at basin level of maintaining the connectivity of these tributaries with the main course, and not only the conservation of each river in a segregated way, is pointed out.

Keywords: Andean rivers, conservation, macroinvertebrates, native fish, south-central Chile.

INTRODUCCIÓN

A nivel global, la biodiversidad enfrenta un acelerado proceso de declinación, la cual va de la mano con una mayor demanda en el uso de recursos naturales y degradación de los ecosistemas (Nillson *et al.* 2005, Albert *et al.* 2020). En concreto, los sistemas de aguas continentales se caracterizan por presentar un mayor número de especies amenazadas que los terrestres y marinos (Strayer & Dudgeon 2010). Dado que se enfrentan a importantes presiones tales como, urbanización y canalización de ríos, desarrollo hidroeléctrico, extracción de aguas, introducción de especies exóticas, que causan, entre otros impactos: fragmentación, degradación de hábitats fluviales, cambios en estructura comunitaria de macroinvertebrados y peces, con efectos negativos a nivel ecosistémico (Bunn & Arthington 2002; McCluney 2014; Wang *et al.* 2019). En este sentido, las especies acuáticas más afectadas por este deterioro son aquellas especies de peces de pequeño tamaño corporal, de poblaciones reducidas y con baja capacidad de dispersión (Arthington *et al.* 2016), características singulares y propias, por ejemplo, de las comunidades de peces de ríos Andinos en Chile (Campos *et al.* 1985).

En Chile, las cuencas Andinas, presentan un intenso desarrollo hidroeléctrico, agrícola e industrial (Habit *et al.* 2018; Díaz *et al.* 2019; Fierro *et al.* 2019). En este sentido, la cuenca del río Biobío es un excelente modelo de estudio y ejemplo de las cuencas andinas con alta intervención antrópica (Ruiz & Berra 1994; Vila *et al.* 1999; Dyer 2000). A destacar, esta cuenca se encuentra ubicada dentro de un hotspot de biodiversidad de invertebrados de agua dulce y reúne 18 peces nativos en categoría de conservación (Valdovinos 2008; Vila & Habit 2015; MMA 2019). Además, tiene la particularidad de presentar una fuerte presión antrópica por desarrollo hidroeléctrico, ya que, posee 11 centrales hidroeléctricas, con tres de ellas ubicadas en el curso principal del río Biobío. Como consecuencia de ello, esta cuenca es descrita con: un alto índice de fragmentación (Díaz *et al.* 2019), alto riesgo de pérdida de especies de peces nativos (Habit *et al.* 2018; Valenzuela *et al.* 2020) y reducción en la abundancia de macroinvertebrados bentónicos en tramos sometidos a alteración de caudal de tipo hydropeaking (Elgueta *et al.* 2021). En este contexto, avanzar en el conocimiento de la biodiversidad acuática en la cuenca del río Biobío, en especial de aquellos ríos tributarios sin intervención directa por hidroelectricidad, pero ubicados en zonas cercanas a centrales hidroeléctricas, es una herramienta clave para avanzar en medidas de manejo destinadas a mantener la integridad de los ecosistemas acuáticos. En este contexto, este estudio busca avanzar en el estado de

conocimiento de los ensambles de macroinvertebrados y peces en seis ríos tributarios al curso principal de la cuenca del río Biobío, y proporcionar conocimiento que respalde y permita la selección de sitios prioritarios para la conservación. Para ello, se caracterizó el medio físico, la calidad de agua, la composición y abundancia de macroinvertebrados y peces de seis tributarios del río Biobío (ríos: Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco).

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio fue desarrollado en la cuenca hidrográfica del río Biobío, centro sur de Chile (36° - 39° de Lat. S), en su zona transicional y específicamente en ríos tributarios al cauce principal, que actualmente no presentan modificación del caudal a causa del uso hidroeléctrico, estos son los ríos: Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco (Fig. 1, Apéndice Tabla A). El clima asociado a estos seis ríos tributarios se caracteriza como húmedo templado con influencia Mediterránea, y su confluencia con el río Biobío ocurre, para todos, en la zona del valle del río Biobío (Niemeyer & Cereceda 1984).

DISEÑO DE MUESTREO

Los ríos Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco, fueron caracterizado en tres sitios de muestreo ubicados a lo largo de su eje longitudinal (Fig. 1). Las campañas de muestreo en cada río de estudio fueron realizadas durante diciembre de 2010; marzo, agosto y diciembre de 2011 y febrero, agosto y diciembre de 2012. En cada uno de los sitios de muestreo, se caracterizó la estructura de hábitats, calidad de aguas y la estructura comunitaria macroinvertebrados y peces. Además, cabe destacar que, actualmente cada uno de estos cursos de agua mantienen su carácter de ríos tributarios no intervenidos en su caudal por centrales hidroeléctricas.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y CALIDAD DE AGUAS

Para la descripción del medio físico y calidad de aguas de cada río, en cada sitio de muestreo se caracterizaron los siguientes componentes estructurales del hábitat: i) tipo de sustrato según propuesta de Bain *et al.* (índice de sustrato en Bain *et al.* 1985) y ii) velocidad de corriente mediante un correntómetro Mini Meter 1205 (Scientific Instruments Inc.) de 0,001 m s⁻¹ de precisión. Además se analizó la calidad de las aguas, mediante la toma de diez parámetros por punto de muestreo (una réplica). Para la medición de parámetros *in situ* como el pH, conductividad eléctrica (CE) y concentración de oxígeno disuelto (OD), se utilizó una sonda multiparamétrica

(WTW P4 y Multi 340i). De las muestras de agua recolectadas en cada sitio, se determinaron las concentraciones de fósforo total (PT) y de nitrógeno orgánico total (NOT). Para la determinación del PT se utilizó la metodología analítica 4500-P B y E (APHA 2005), mientras que el NOT fue determinado por el método de espectrofotometría UV (Spectroquant. Nova 60, Merck).

MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS

Para el análisis de los invertebrados, en cada sitio de muestreo se colectaron tres muestras con una red Surber de 0,09 m² de área de boca y 250 µm de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas *in situ* con formalina (5 %), transportadas al laboratorio y analizadas mediante recuento directo bajo lupa estereoscópica (Zeiss Stemi 2000-C). La densidad de macroinvertebrados bentónicos se calculó como la razón: individuos / m². Para la identificación, hasta el nivel taxonómico más detallado posible (familia, género o especies) y dependiendo del grupo, se utilizaron los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999), Merrit & Cummins (1996),

Fernández & Domínguez (2001), y Domínguez & Fernández (2009). Para el estudio de este ensamble, se consideró como metodología y factor de estudio, un ensamble taxonómico que reuní todos los taxa capturados por sitio de muestreo en cada río (ensamble de macroinvertebrados) y la clasificación de los taxa mediante el grupo funcional de alimentación correspondiente (fragmentadores, colectores, ramoneadores, filtradores, depredadores y detritívoros) de acuerdo con la clasificación realizada por Merrit & Cummins (2006), Miserendino & Pizzolon (2003), Pérez *et al.* (2004) y Fierro *et al.* (2015).

MUESTREO DE PECES

Para la determinación de la composición y abundancia de peces se realizó un levantamiento de campo con el método de pesca eléctrica (uso de equipo Backpacker electrofisher SAMUS 725 M). Los muestreos fueron realizados en la ribera (profundidades no mayores a 1,5 metros) de cada sitio de muestreo y por un tiempo aproximado de 20 minutos, cubriendo un área cercana a los 100 m². Las especies fueron identificadas *in situ* mediante sus rasgos

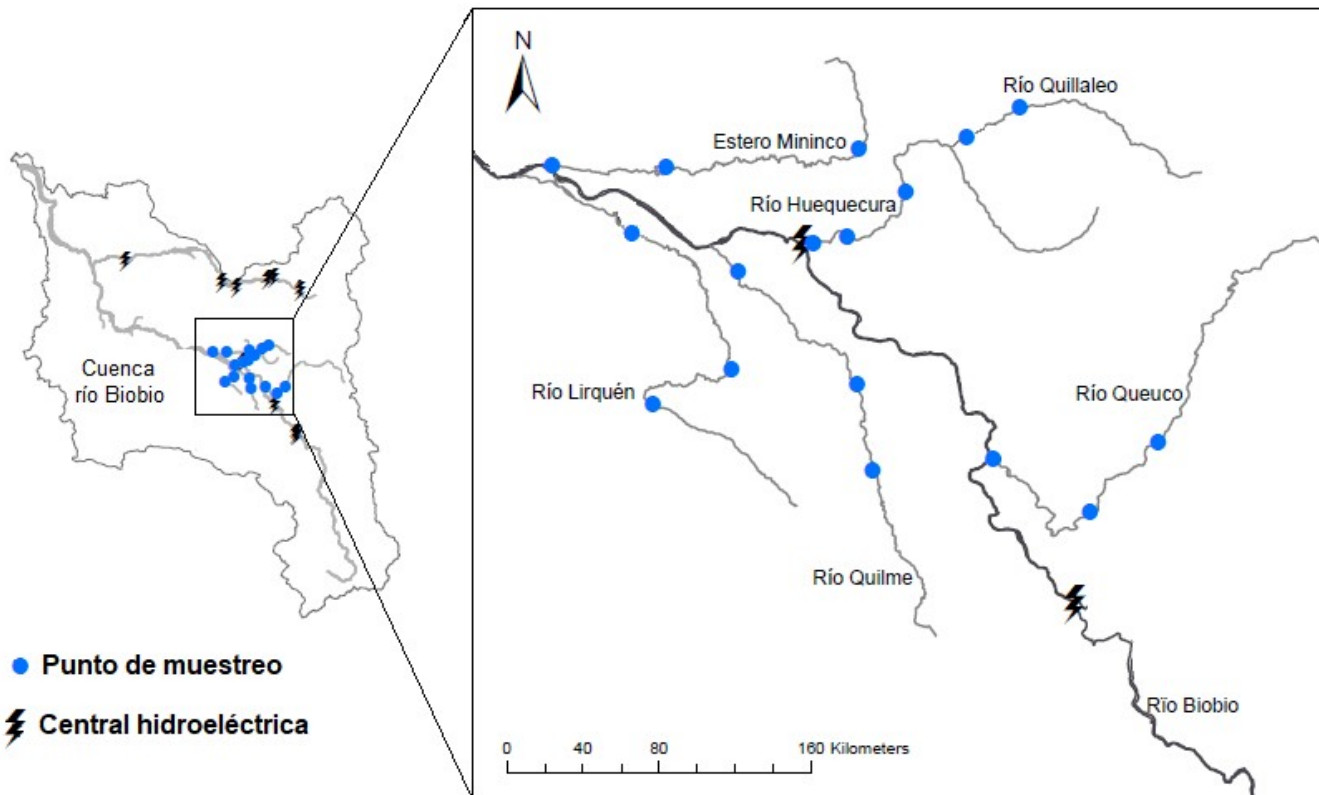


FIGURA 1. Área de estudio en la cuenca del río Biobío. Los círculos azules indican los sitios de muestreo considerados en cada uno de los seis cursos de agua estudiados. Los ríos seleccionados fueron: Huequecura, Lirquén, Mininco, Quillaleo, Quilme y Queuco. / Study area in the Biobío river basin. The blue circles indicate the samples sites considered in each of the six tributaries studied. The selected rivers were: Huequecura, Lirquén, Mininco, Quillaleo, Quilme y Queuco.

de diagnóstico, de acuerdo a lo descrito por Ruiz & Marchant (2004). Se determinó el origen de cada ejemplar (e.g. nativo o introducido), y en el caso de las especies nativas, se registra el estado de conservación según la legislación vigente de la República de Chile (Ministerio de Medio Ambiente 2019). Posterior a la obtención de antecedentes de cada ejemplar todos los peces capturados fueron devueltos vivos a su hábitat de origen.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS ENSAMBLES DE MACROINVERTEBRADOS Y PECES

Para establecer diferencias en la estructura de los ensambles de macroinvertebrados y peces entre cada río de estudio, fue utilizado el análisis de permutación de varianza multivariada sobre una matriz de similitud de Bray-Curtis y transformación a raíz cuadrada (PERMANOVA; Anderson 2001). Esta matriz fue realizada a partir de los datos de abundancia de macroinvertebrados y peces obtenidos en cada sitio de muestreo de cada río, a través de las herramientas del software Primer V6 (Clarke & Gorley 2006). Cabe destacar que, previo al análisis PERMANOVA, se examinaron los supuestos de homogeneidad de varianza mediante el análisis permutacional de dispersión multivariada (Permdisp). Cuando fue necesario, los datos de abundancia se transformaron por raíz cuadrada para minimizar la heterogeneidad de la dispersión dentro de los factores. Los valores p resultantes del análisis de PERMANOVA en el análisis de comparaciones múltiples, fueron sometidos a la corrección de Bonferroni para evitar error estadístico tipo I.

Se calculó la riqueza como el número de especies de macroinvertebrados y peces nativos por río. Se calcularon los parámetros de diversidad: índice de Shannon-Weaver (con base "10") y Equidad de Pielou, basados en las capturas totales por río. En el caso de los macroinvertebrados, para visualizar las diferencias de estos indicadores entre los ríos tributarios se promediaron los valores históricos y se aplicó la desviación estándar de los datos. Además se consideró la contribución de cada especie a la estructura comunitaria de cada río a través del análisis Simper ("similarity percentages"), de cada una de estas se estableció su grupo funcional para estimar su abundancia (ind/m²) y abundancia relativa por río.

RESULTADOS

ESTRUCTURA DE HÁBITAT Y CALIDAD DE AGUAS

Los cursos de agua estudiados - Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco - presentan similitudes en sus variables físicas-químicas, tales como, velocidad de corriente del agua, tamaño del sustrato, oxígeno

disoluto, pH y conductividad (Tabla 1). Sin embargo, en su carga de nutrientes (fósforo y nitrógeno total) se observó que los ríos Queuco y Mininco, presentaron mayor concentración de estos nutrientes en comparación a los otros ríos (Tabla 1).

MACROINVERTEBRADOS

En los cursos de agua estudiados se identificaron un total de 96 taxa, de estos se observó que los ensambles de macroinvertebrados bentónicos estuvieron compuestos principalmente de insectos (Apéndice Tabla D a H). En cuanto a sus parámetros comunitarios, se observó que, la mayor diversidad y riqueza promedio se registró en el río Lirquén (S=14 especies y H'=0,9), seguido del río Quilme con igual valor en riqueza, y diversidad promedio de 0,8 bits. Los menores valores promedio de diversidad, equidad y riqueza se observan en Queuco y Huequecura, ambas con S=9; H'=0,6 y J'=0,7 (Fig. 2, Apéndice Tabla B). La estructura del ensamble de macroinvertebrados bentónicos, que reunió cada uno de los taxa identificadas en los ríos estudiados, mostró de manera global, diferencias significativas en sus abundancias (PERMANOVA: Pseudo F: 1,589, p: 0,00626, Tabla 2). En cuanto a la caracterización del ensamble de macroinvertebrados, en términos de sus rasgos funcionales de alimentación, se observó que, el área de estudio se compuso principalmente por taxa pertenecientes al grupo de colectores (26 taxa), seguido por fragmentadores (23 taxa) y depredadores (20 taxa; Apéndice Tabla D-I). Además, la abundancia de los grupos funcionales mostró diferencias significativas entre ríos (Tabla 2). En detalle, se observó que los ríos Quilme, Lirquén y Mininco presentaron un ensamble con mayores abundancias de ramoneadores y filtradores que el río Huequecura (Tabla 3 y Fig. 3). En cuanto a las abundancias de fragmentadores, no se registraron abundancias significativamente distintas entre ríos, no obstante, la abundancia de individuos para este rasgo funcional en los ríos Queuco, Quilme, Mininco y Lirquén son notoriamente mayores en comparación a las registradas en el río Huequecura y Quillaileo (Fig. 3).

En relación con, la contribución porcentual de cada taxa a la diferenciación funcional alimentaria de cada uno de los ríos estudiados, se observa que los depredadores (DEP) están conformados principalmente por el orden Diptera, seguido de decápoda y megalóptera (Fig. 4). Los filtradores (FIL) son representados mayormente por tricóptera en todos los sistemas evaluados, mientras que los fragmentadores (FRAG) son dominados por el orden Plecoptera. En el caso de los ramoneadores, este grupo funcional fue registrado en muy bajas abundancias en el río Huequecura, mientras que en los otros ríos (Quilme, Mininco y Quillaqueo) el grupo funcional es mayormente representados por gastrópodos.

Tabla 1. Caracterización de hábitats por sitio de muestreo para los ríos Huequecura, Quilme, Lirquén, Mininco, Quillaileo y Queuco. / Habitat characterization sampled by site for the tributaries Huequecura, Quilme, Lirquén, Mininco, Quillaileo y Queuco.

Río	Sitios de muestreo	Vel. corriente (m s ⁻¹)	Índice de sustrato	pH	Conductividad (mS cm ⁻¹)	Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	Fósforo total (ug L ⁻¹)	NOT (ug L ⁻¹)
Huequecura	1	0,67 ± 0,11	4,58 ± 0,88	7,38 ± 0,19	0,04 ± 0,002	9,95 ± 0,41	8 ± 1,24	113 ± 27,82
	2	0,69 ± 0,11	3,98 ± 1,04	7,70 ± 0,30	0,03 ± 0,002	9,89 ± 0,47	8,92 ± 1,54	103,10 ± 18,30
	3	0,37 ± 0,09	3,78 ± 1,23	7,31 ± 0,12	0,03 ± 0,001	10,23 ± 0,49	8,33 ± 0,49	122,50 ± 24,83
Quilme	1	0,57 ± 0,12	4,15 ± 1,17	7,04 ± 0,13	0,03 ± 0,001	10,17 ± 0,44	7,33 ± 2,38	115,1 ± 26,57
	2	0,82 ± 0,10	4,17 ± 0,97	7,06 ± 0,11	0,03 ± 0,001	10,61 ± 0,78	5,67 ± 0,88	110,20 ± 22,81
	3	0,33 ± 0,06	4,37 ± 1,33	7,24 ± 0,10	0,03 ± 0,004	9,79 ± 0,41	4,83 ± 0,79	89,04 ± 16,43
Lirquén	1	1,03 ± 0,12	3,90 ± 1,32	7,14 ± 0,14	0,05 ± 0,01	11,12 ± 0,50	10,50 ± 2,05	82,25 ± 7,81
	2	0,66 ± 0,12	4,42 ± 1,118	7,03 ± 0,10	0,05 ± 0,01	10,28 ± 0,32	10,08 ± 1,49	93,62 ± 8,99
	3	0,67 ± 0,19	3,75 ± 0,93	7,10 ± 0,09	0,04 ± 0,004	10,05 ± 0,44	15,33 ± 5,90	97,37 ± 9,15
Mininco	1	0,41 ± 0,09	3,33 ± 1,53	7,07 ± 0,08	0,05 ± 0,01	9,76 ± 0,78	14,33 ± 1,28	122 ± 27,30
	2	0,76 ± 0,06	2,02 ± 1,27	7,35 ± 0,05	0,06 ± 0,01	10 ± 0,37	22,83 ± 6,62	147,60 ± 51,28
	3	0,88 ± 0,25	3,65 ± 1,04	7,27 ± 0,07	0,06 ± 0,01	9,97 ± 0,44	22,66 ± 3,15	130,40 ± 29,29
Quillaileo	1	-	-	-	-	-	-	-
	2	0,52 ± 0,08	4,03 ± 1,27	7,19 ± 0,16	0,03 ± 0,001	10,51 ± 0,51	5,67 ± 1,20	85,87 ± 23,56
	3	0,45 ± 0,05	4,15 ± 1,15	7,28 ± 0,12	0,04 ± 0,002	10,23 ± 0,52	5 ± 0,52	94,83 ± 16,71
Queuco	1	0,43 ± 0,04	3,40 ± 1,11	7,71 ± 0,11	0,13 ± 0,02	10,15 ± 0,74	27,66 ± 5,97	139,20 ± 55,24
	2	0,45 ± 0,12	2,33 ± 1,81	7,69 ± 0,07	0,12 ± 0,01	10,19 ± 0,39	546,50 ± 516,70	367,80 ± 228,50
	3	0,66 ± 0,19	4,13 ± 1,24	7,72 ± 0,06	0,11 ± 0,01	10,18 ± 0,51	610 ± 583	403,20 ± 240,70

Índices ecológicos macroinvertebrados

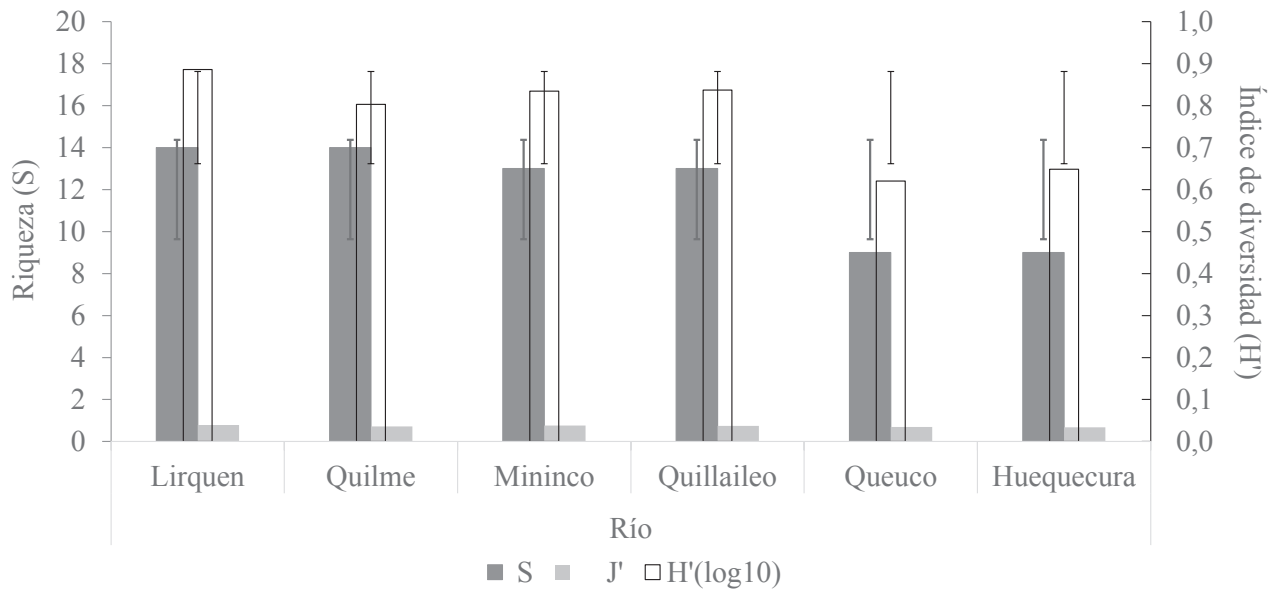


FIGURA 2. Promedio de Índices ecológicos de los seis ríos evaluados en la cuenca del río Biobío y la desviación estándar de su riqueza (S) y diversidad (H'). / Ecological indices of the six tributaries evaluated in the Biobío River Basin and standard deviation of their richness (S) and diversity (H').

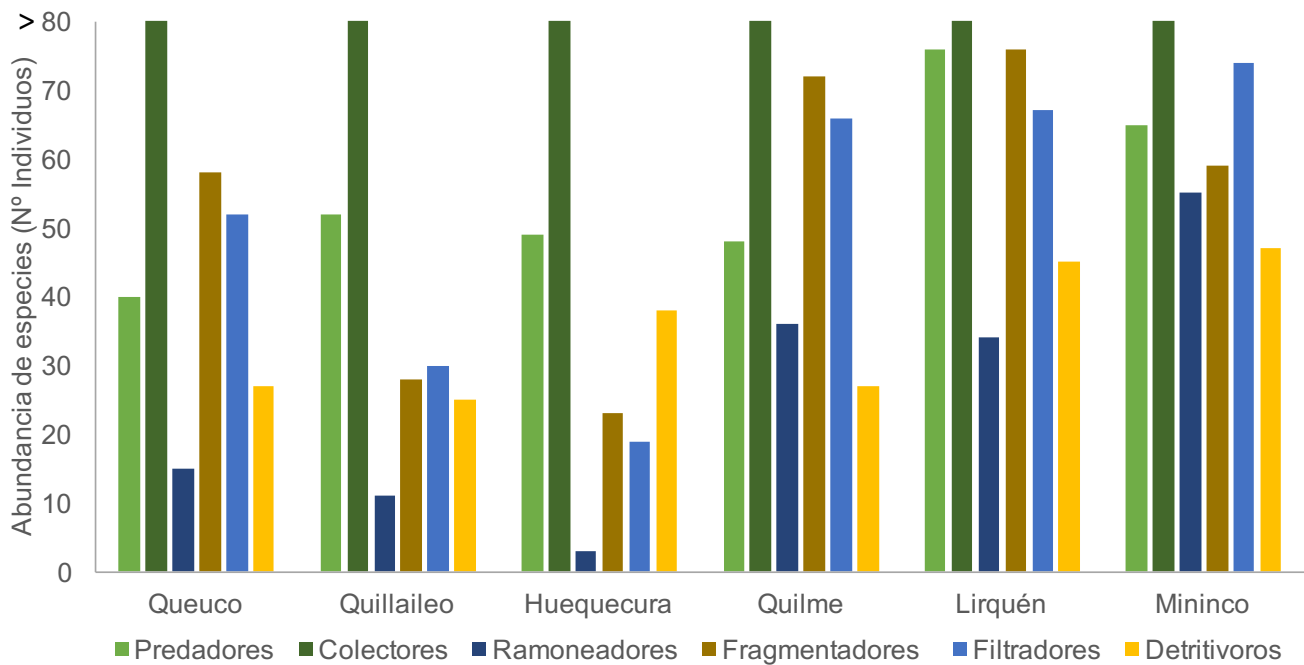


FIGURA 3. Abundancia de grupos funcionales en cada uno de los seis ríos evaluados en la cuenca del río Biobío. / Feeding guilds abundance of the six tributaries evaluated in the Biobío River Basin.

TABLA 2. Diferencias globales en la estructura del ensamble taxonómico de macroinvertebrados y grupos funcionales de alimentación entre los seis ríos de estudio (matriz de similitud Bray Curtis basado en datos de abundancias – como factor de análisis se consideraron los seis ríos tributarios de estudio). Valores p basados en 9999 permutaciones. / Differences in the macroinvertebrate assemblage and feeding guilds between six tributaries of studied (Bray Curtis based on abundance data and the analysis factor was considering the six rivers tributaries). p-values are based on 9999 permutations.

Nivel ecológico	Pseudo - F	P perm
Ensamble taxonómico de macroinvertebrados	1,589	0,0062
Ramoneadores	3,7614	0,0001
Filtradores	2,7469	0,0012
Fragmentadores	1,6375	0,0096
Detritívoros	0,61408	0,8614
Depredadores	2,4566	0,0001
Colectores	0,60614	0,9533

TABLA 3. Diferencias significativas* (p<0,05) de la abundancia del ensamble taxonómico y de grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados entre los los seis ríos evaluados (matriz de similitud Bray Curtis basado en abundancias; “pair-wise tests” con 9999 permutaciones; diferencias significativas con p<0,5; PERMANOVA). Valores p indicados en la tabla corresponden a valores corregidos con Bonferroni. / Significant differences* (p<0.05) of taxonomic macroinvertebrates assemblages and functional guilds in the six tributaries evaluated (Bray Curtis similarity matrix based on abundances; pair-wise tests with 9999 permutations). p-values indicated in the table corresponding to values with Bonferroni adjustment.

Ríos tributarios comparados	Ensamble de macroinvertebrados		Ramoneadores		Filtradores		Fragmentadores		Detritívoros		Depredadores	
	t	Valor p	t	Valor p	t	Valor p	t	Valor p	t	Valor p	t	Valor p
Río Quilme, Río Mininco	1,287	1,000	2,090	0,043*	1,080	1,000	1,180	1,000	0,730	1,000	1,900	0,050*
Río Quilme, Río Huequecura	1,299	1,000	1,990	0,030*	3,360	0,014*	1,770	0,143	0,610	1,000	1,110	1,000
Río Quilme, Río Lirquén	1,073	1,000	0,580	1,000	0,470	1,000	1,030	1,000	0,700	1,000	1,820	0,020*
Río Quilme, Río Queuco	1,048	1,000	1,490	0,000*	1,360	1,000	1,420	0,810	0,680	1,000	1,030	1,000
Río Quilme, Río Quillaileo	0,849	1,000	1,100	0,500	1,370	1,000	0,990	1,000	0,330	1,000	1,110	1,000
Río Mininco, Río Huequecura	1,789	0,036*	4,470	0,002*	3,020	0,006*	1,670	0,257	0,240	1,000	2,170	0,008*
Río Mininco, Río Lirquén	0,987	1,000	2,110	0,020*	0,970	1,000	0,790	1,000	0,680	1,000	0,800	1,000
Río Mininco, Río Queuco	1,534	1,000	3,610	0,002*	1,310	1,000	1,170	1,000	0,630	1,000	2,210	0,005*
Río Mininco, Río Quillaileo	1,353	1,000	2,680	0,011*	1,370	1,000	0,870	1,000	0,780	1,000	2,040	0,020*
Río Huequecura, Río Lirquén	1,692	0,044*	2,130	0,008*	3,330	0,005*	1,580	0,170	0,840	1,000	2,010	0,009*
Río Huequecura, Río Queuco	0,977	1,000	1,410	1,000	1,820	0,612	1,580	0,561	0,710	1,000	0,920	1,000
Río Huequecura, Río Quillaileo	1,165	1,000	1,720	0,264	1,820	0,929	0,900	1,000	0,930	1,000	1,620	0,402
Río Lirquén, Río Queuco	1,278	1,000	1,460	1,000	1,310	1,000	1,350	0,728	0,870	1,000	1,940	0,020*
Río Lirquén, Río Quillaileo	1,053	1,000	1,370	1,000	1,420	1,000	0,920	1,000	0,430	1,000	1,620	0,233
Río Queuco, Río Quillaileo	0,994	1,000	1,480	0,501	0,810	1,000	1,030	1,000	0,840	1,000	1,370	1,000

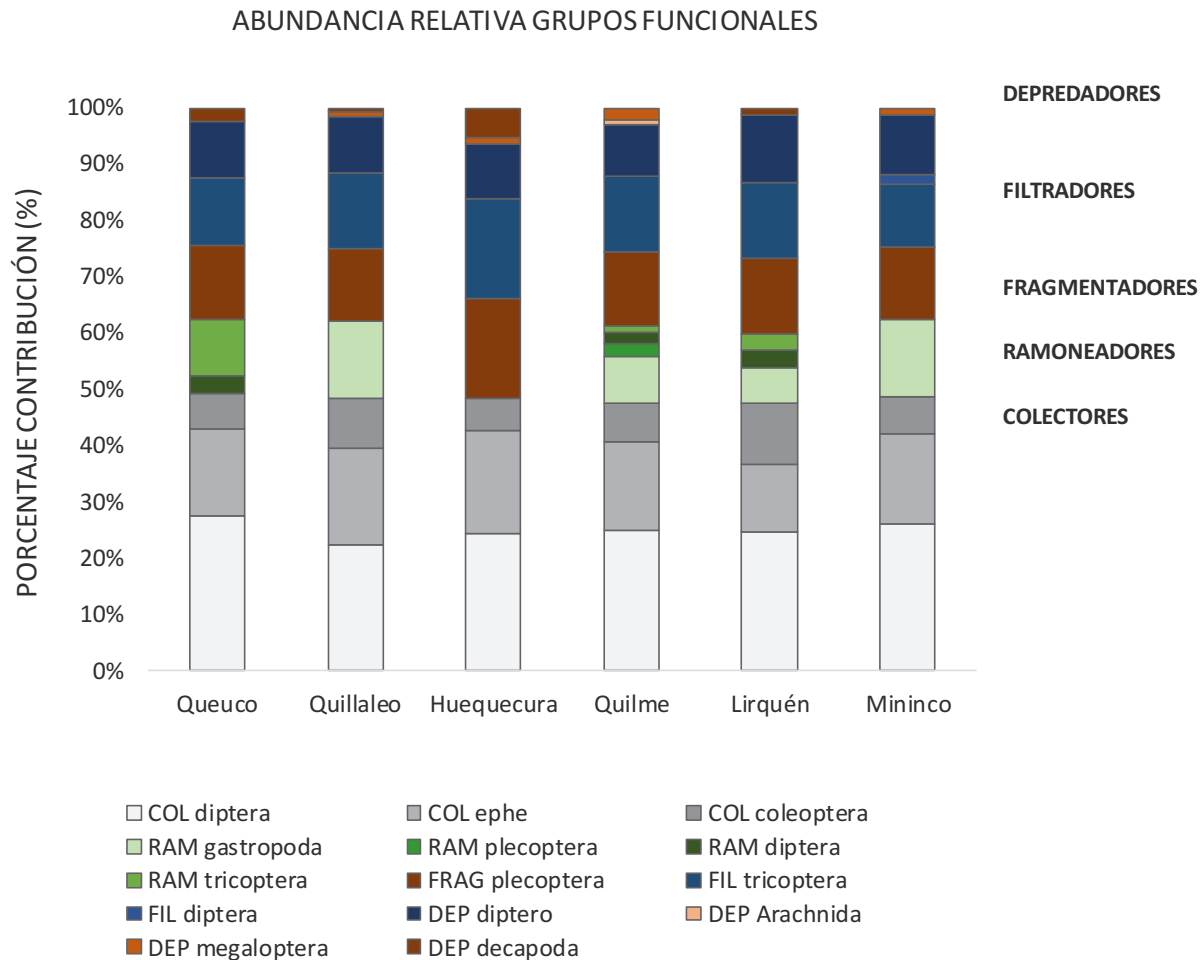


FIGURA 4. Porcentaje de contribución de grupos funcionales de alimentación macroinvertebrados en seis ríos de la cuenca del río Biobío, basado en análisis Simper. Donde: RAM: Ramoneadores, DEP: Depredadores, FIL: Filtradores, FRAG: Fragmentadores. / Percentage of contribution of functional feeding groups in six tributaries of the Biobío River Basin, based in Simper analysis. Where, RAM: Scrapers, DEP: Predators, FIL: Filterers, FRAG: Shredders.

FAUNA ÍCTICA

Se identificaron 11 especies de peces en los cursos de agua estudiados en la cuenca del río Biobío, 9 de origen nativo y 2 introducidos (Tabla 4). En cuanto a su composición, los ríos Lirquén, Mininco, Quilme y Huequecura fueron los ríos con mayor riqueza de especies ícticas (Tabla 4). En cuanto a la estructura del ensamble de peces nativos, se observó significativas diferencias en las abundancias del ensamble de peces nativos entre los ríos estudiados (Permanova Pseudo F: 5,4934, p: 0,0001). Los ríos Mininco y Queuco presentan un ensamble de peces nativos con las mayores abundancias respecto de los otros ríos (Tabla 5 y Fig. 5), y en particular, el río Mininco muestra un ensamble de peces nativos con una abundancia significativamente mayor que los ríos Quilme,

Huequecura y Queuco. En tanto, el río Queuco presenta mayor abundancia de peces nativos que el río Lirquén (Tabla 5). De las especies nativas, la especie *Percilia irwini* (Eigenmann, 1927) fue el taxón que presentó las mayores abundancias relativas en todos los cursos de agua (Fig. 6). Del mismo modo, destaca la presencia de la especie catalogada como en Peligro de Extinción, *Nematogenys inermis* (Guichenot, 1848), en los ríos Lirquén, Mininco y Quilme. Las dos especies de origen introducido (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758 y *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) poseen abundancias relativas variables, con altas abundancias en los ríos Lirquén y Quillaileo. *Oncorhynchus mykiss* fue el taxón que presentó los mayores valores en su abundancia en cada curso de agua (Fig. 6).

TABLE 4. Composición de especies de peces para cada uno de los ríos estudiados. Categoría de conservación de acuerdo a lo descrito por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. / Fish species composition for each of the rivers studied. Conservation category as described by the Chilean Ministry of Environment.

Origen	Clase	Orden	Familia	Especies	Categoría de Conservación	Río Queuco	Río Quillaiño	Río Huequecura	Río Quilme	Río Lirquén	Río Mininco
Nativos	Actinopterygii	Perciformes	Perciliidae	<i>Percilia irwini</i>	En peligro	X	X	X	X	X	X
	Actinopterygii	Perciformes	Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>	Sin categoría	X		X	X	X	X
	Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	Vulnerable			X	X	X	X
	Actinopterygii	Siluriformes	Diplomystidae	<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	En peligro	X	X	X	X	X	X
	Actinopterygii	Siluriformes	Nematogenyidae	<i>Nematogenys inermis</i>	En peligro				X	X	X
	Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Bullockia maldonadoi</i>	En peligro	X		X	X	X	X
	Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Vulnerable	X	X	X	X	X	X
	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Cheirodon galusdae</i>	Vulnerable			X	X	X	X
	Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinidae	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Vulnerable	X					X
	No nativos	Actinopterygii	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>		X	X	X	X	X
	Actinopterygii	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		X	X	X	X	X	X

TABLE 5. Diferencias en la abundancia del ensamble de peces nativos (matriz de similitud Bray Curtis basado en abundancias; "pair-wise tests" con 9999 permutaciones; diferencias significativas* con p<0,5; PERMANOVA) entre ríos tributarios analizados. Valores p indicados en la tabla corresponden a valores p corregidos con Bonferroni./ Differences in native fish assemblages (Bray Curtis similarity matrix based on abundances; "pair-wise tests" with 9999 permutations; significant differences* with p<0,5; PERMANOVA) between tributary rivers. In the table, p-values corresponding to values with Bonferroni adjustment.

Ríos	Ríos	t	Valor p
Queuco	Quillaiño	1,392	1,000
	Huequecura	1,145	1,000
Quillaiño	Quilme	1,449	1,000
	Lirquén	2,577	0,014*
	Mininco	2,742	0,002*
Huequecura	Quilme	0,891	1,000
	Lirquén	1,619	0,920
	Mininco	1,092	1,000
	Quilme	1,054	1,000
Lirquén	Quilme	1,289	1,000
	Mininco	2,119	0,086
Mininco	Lirquén	2,230	0,042*
	Quilme	2,457	0,021*
Quilme	Lirquén	2,527	0,005*
	Mininco	0,124	1,000

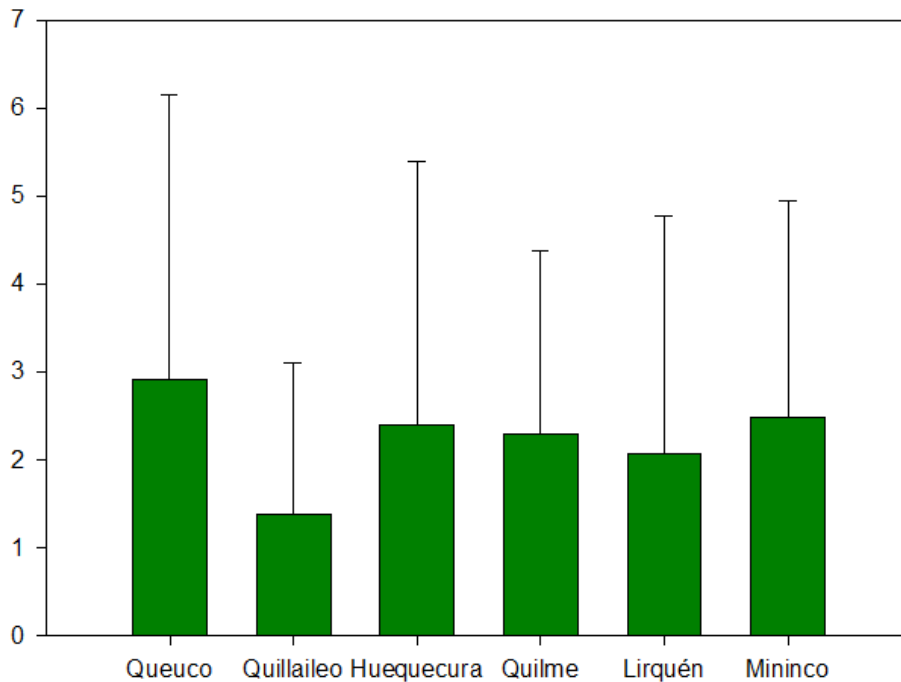


FIGURA 5. Abundancia promedio y desviación estándar del ensamble de peces nativos en los ríos de estudio. / Average abundance and standard deviation of native fish assemblages in the six tributaries evaluated.

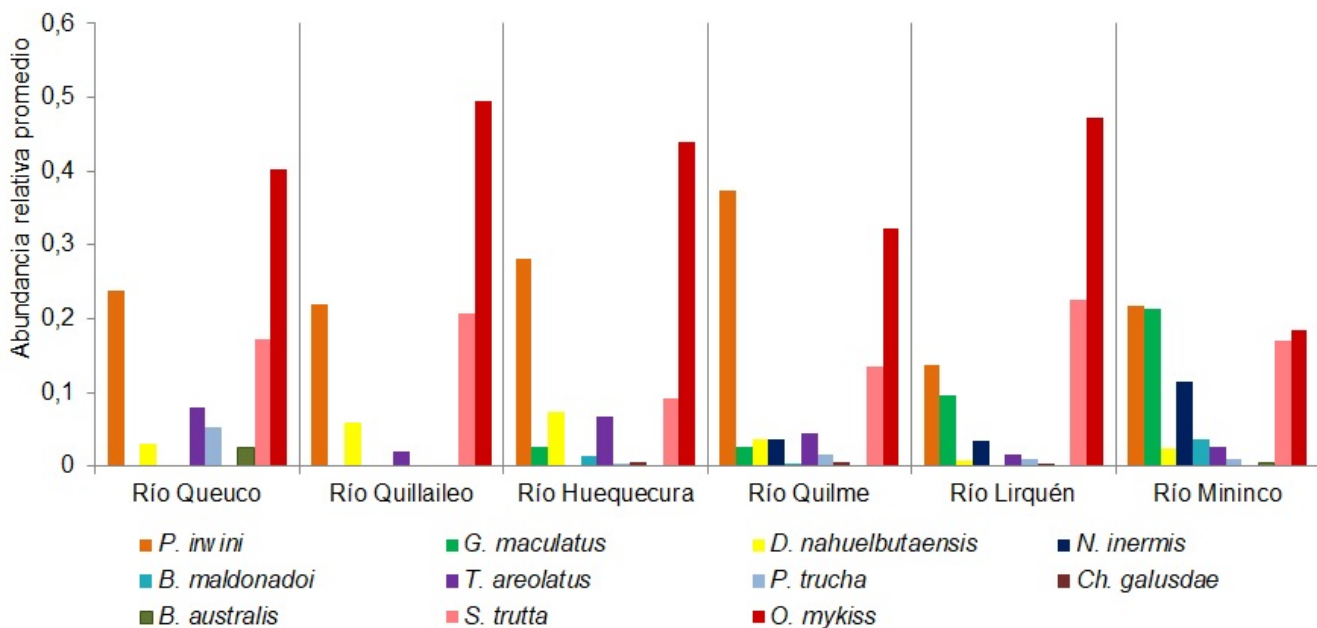


FIGURA 6. Abundancia relativa promedio de especies ícticas en los cursos de agua Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco en la cuenca del río Biobío. / Relative abundance of fish species in the tributaries Queuco, Quillaileo, Huequecura, Quilme, Lirquén y Mininco in the Biobio River Basin.

DISCUSIÓN

Los seis ríos tributarios del río Biobío evaluados en este estudio, presentan un hábitat físico similar entre sí (velocidad de corriente, sustrato y ancho de río), y sus diferencias están dadas principalmente por la carga de nutrientes en sus aguas. En términos ecológicos, los ríos Lirquén, Quilme y Mininco presentan ensambles de macroinvertebrados con una alta riqueza, abundancia y diversidad de especies. Además, estos tres ríos presentan un ensamble de peces con alta riqueza y abundancia de peces nativos. Resaltar que, entre estos tres cursos de agua, el río Mininco destaca como un curso de agua con un ensamble conformado por un alto número de especies de peces nativos y alberga las mayores abundancias de especies tales como *N. inermis* y *G. maculatus*. Además, los ríos Lirquén, Quilme y Mininco presentan un ensamble de peces donde se destaca la presencia de especies catalogadas En Peligro, y que han sido descritas en algunos casos como extintas en ciertos tramos de la cuenca (Habit *et al.* 2006; Valenzuela *et al.* 2020).

Los cursos de agua analizados en la cuenca del río Biobío, en general presentan aguas de buena calidad, transparentes, oxigenadas, blandas y oligotróficas, resultados que son consistentes con lo descrito por Parra *et al.* (1993). Las plantaciones forestales y áreas agrícolas presentes en la zona transicional del río podrían explicar los aumentos en la carga orgánica en los ríos Queuco y Mininco (Oyarzún 1995). En cuanto al hábitat físico, los ríos estudiados poseen un lecho de río compuesto por sustrato de bolones y gravas, los cuales otorgan un hábitat heterogéneo que es idóneo para albergar ensambles ricos en especies de macroinvertebrados y peces (Gorman & Karr 1978; Minshall & Robinson 1998).

Los seis ríos estudiados, poseen un ensamble de macroinvertebrados compuesto principalmente por estadios inmaduros de insectos acuáticos, resultados consistentes con lo descrito por Valdovinos & Parra, (2006) para la cuenca del río Biobío. En cuanto a sus parámetros comunitarios, la mayor riqueza de especies de macroinvertebrados fue observada en los ríos Quilme, Lirquén y Mininco, y entre los insectos capturados en estos ríos destacan los órdenes Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Plecoptera, todos ellos descritos para ríos con poca intervención, alta oxigenación y cubierta vegetal (Valdovinos *et al.* 1993; Valdovinos & Parra 2006) y como indicadores de la estructura y buen funcionamiento de los sistemas fluviales los órdenes Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera (Bonada *et al.* 2006; Dos Santos *et al.* 2011; Fierro *et al.* 2015). Los macroinvertebrados bentónicos son parte estructural de las cuencas andinas como el río Biobío y cumplen roles funcionales trascendentales para los

ecosistemas acuáticos (Zharikov & Skilleter 2003). Realizan sus procesos reproductivos en los ríos, transformándose en un componente alimentario basal de ellos (Guinard *et al.* 2013) y son actores esenciales en la asimilación y transporte de nutrientes en los ecosistemas acuáticos (Petersen & Cummins 1974). En este contexto, la descripción de la estructura funcional del ensamble de macroinvertebrados en ríos tributarios de la cuenca del río Biobío, amplía nuestro conocimiento sobre la estructura y funcionamiento de este. Y nos permite deducir que, en este caso, la mayor abundancia de fragmentadores que de ramoneadores en los ríos estudiados, es consistente con ríos con una red trófica sustentada en carbono alóctono, donde la presencia de fragmentadores cumple un rol fundamental en el procesamiento y suministro de energía a grupos funcionales tales como los filtradores y colectores (Wallace & Webster 1996). Además, la menor riqueza de grupos funcionales en el río Huequecura describe una red alimentaria menos diversa y compleja, respecto de los otros ríos (Kennedy *et al.* 2016).

En relación con el ensamble de peces, los resultados de este trabajo muestran que la ictiofauna encontrada en los ríos tributarios de la cuenca del río Biobío, poseen una importante diversidad de especies nativas. Los ríos Quilme, Lirquén y Mininco, al igual que con los macroinvertebrados, presentan alta riqueza y abundancia de especies. Una de las características más llamativas de estos tres ríos es que albergan siete especies nativas de peces, que representan un 39 % del total de especies nativas descritas en la cuenca del río Biobío (Vila *et al.* 1999; Vila & Habit 2015), y de las cuales cuatro especies se encuentran catalogadas según su estado de conservación como En Peligro, (*Bullockia maldonadoi*, *Diplomystes nahuelbutaensis*, *Nematogenys inermis* y *Percilia irwini*) y tres como vulnerables (*Galaxias maculatus*, *Trichomycterus areolatus*, *Cheirodon galusdae* y *Basilichthys microlepidotus*) (MMA 2020).

Los ríos tributarios son considerados zonas con un intrínseco valor ecológico, y donde los procesos biofísicos y servicios ecosistémicos particulares pueden ser concentrados en ellos (Power & Dietrich 2002; Kiffney *et al.* 2002). Nuestros resultados son consistentes con esta evaluación, donde particularmente tres de los ríos evaluados (Quilme, Lirquén y Mininco), están constituidos por ensambles de macroinvertebrados y peces de gran valor ecológico. Además, estos ríos tienen la particularidad de estar conectados al curso principal de la cuenca, a diferencia de los ríos Huequecura y Quillaileo, que actualmente se encuentran sin conectividad con el curso principal. Esta singularidad, permite que los tres ríos mencionados (Quilme, Lirquén y Mininco) cumplan roles funcionales trascendentales en la cuenca del río Biobío y en particular

al curso principal del río Biobío, tales como suministro de sedimento y alimento, refugio de especies, refugios térmicos, corredores biológicos, hábitats de desove, procesamiento de energía, mantención de diversidad B de la cuenca, entre otros (Osborne & Willey 1992; Allan 1995; Scarnecchia & Roper 2000; Baxter & Hauer 2000; Kiffney & Richardson 2001; Benda *et al.* 2004; Díaz *et al.* 2021). Todo esto, va en línea con lo propuesto por Díaz *et al.* (2021), donde se plantea que la mantención de la conectividad de largos tramos de río impulsaría la diversidad beta de los ecosistemas acuáticos; y a su vez la mantención de la diversidad beta se relaciona positivamente con la productividad y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Ominidipour *et al.* 2021).

En base a los resultados obtenidos, concluimos que este estudio contribuye al conocimiento acerca del valor ecológico de los tributarios en la cuenca del río Biobío. Proporciona información relevante y poco conocida acerca de la estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados y peces en los ríos tributarios de la cuenca del río Biobío, junto con la distribución de peces nativos catalogados En peligro. En base a los resultados, destacamos la importancia de la conservación y mantención de la conectividad de los tributarios estudiados con el curso principal del río Biobío y su desembocadura, especialmente de los ríos Lirquén, Quilme y Mininco. La conservación de estos ríos, podrían contribuir considerablemente al mantenimiento de los hábitats y diversidad de especies en la cuenca del río Biobío (Eadie *et al.* 1986; Marques *et al.* 2018; Díaz *et al.* 2021), que actualmente posee un curso principal con fuerte alteración hidrológica (Elgueta *et al.* 2021), y que es descrita a escala de red hídrica con un alto índice de fragmentación (Habit *et al.* 2018; Díaz *et al.* 2019).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a COLBÚN S.A. por el financiamiento de este estudio y su interés en apoyar los estudios que permiten mejorar la comprensión de los sistemas acuáticos.

REFERENCIAS

- Albert, J.S., Destouni, G., Duke-Sylvester, S.M., Magurran, A.E., Oberdorff, T., Reis, R.E., Winemiller, K.O., Ripple, W.J. 2021. Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio* 50(1): 85-94. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01318-8>
- Allan, J.D. 1995. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Chapman and Hall, London. 388 pp.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Arthington, A.H., Dulvy, N.K., Gladstone, W., Winfield, I.J. 2016. Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats, and management. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystem* 26: 838-857.
- Benda, L., Poff, N.L., Miller, D., Dunne, T., Reeves, G., Pess, G., Pollock, M. 2004. The network dynamics hypothesis: how channel networks structure riverine habitats. *BioScience* 54(5): 413-427.
- Bain, M.B., Finn, J.T., Booke, H.E. 1985. Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management* 5: 499-506.
- Bertrand, H. 1995. Les insectes aquatiques d'Europe. *Encyclopédie Entomologique*. Volume II: Trichoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543 pp.
- Baxter, C.V., Hauer, F.R. 2000. Geomorphology, hyporheic exchange, and selection of spawning habitat by bull trout (*Salvelinus confluentus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 1470-1481.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H., Stutzner, B. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology* 51: 495-523.
- Bunn, S.E., Arthington, A.H. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimen for aquatic biodiversity. *Environmental Management* 30: 492-507. doi: 10.1007/s00267-002-2737-0
- Campos, H. 1985. Distribution of the fishes in the Andean rivers in the South of Chile. *Archiv für Hydrobiologie* 104: 169-191.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research)*. PRIMER-E, Plymouth.
- Díaz, G., Arriagada, P., Górski, K., Link, O., Karelovic, B., Gonzalez, J., Habit, E. 2019. Fragmentation of Chilean Andean rivers: Expected effects of hydropower development. *Revista Chilena de Historia Natural* 92: 1. <https://doi.org/10.1186/s40693-019-0081-5>
- Díaz, G., Górski, K., Heino, J., Arriagada, P., Link, O., Habit, E. 2021. The longest fragment drives fish beta diversity in fragmented river networks: Implications for river management and conservation. *The Science of the total environment* 766: 144323. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144323>
- Domínguez, E., Fernández, H.R. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 656 pp.

- Dos Santos, D.A., Molineri, C., Reynaga, M.C., Basualdo, C. 2011. Which index is best to assess stream health? *Ecological Indicators* 11: 582-589.
- Dyer, B. 2000. Systematic Review and Biogeography of the Freshwater Fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos* 19: 77-98.
- Eadie, J.M., Hurly, T.A., Montgomerie, R.D., Teather, K.L. 1986. Lakes and rivers as islands: species-area relationships in the fish faunas of Ontario. *Environmental Biology of Fish* 15(2): 81.
- Elgueta, A., Górski, K., Thoms, M., Fierro, P., Toledo, B., Manosalva, A., Habit, E. 2021. Interplay of geomorphology and hydrology drives macroinvertebrate assemblage responses to hydropeaking. *Sciences of the total environment* 768: 144262.
- Fernández, H.R., Domínguez, E. 2001. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Fierro, P., Bertrán, C., Mercado, M., Peña-Cortés, F., Tapia, J., Hauenstein, E., Caputo, L., Vargas-Chacoff, L. 2015. Landscape composition as a determinant of diversity and functional feeding groups of aquatic macroinvertebrates in southern rivers of the Araucanía, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(1): 186-200.
- Fierro, P., Valdovinos, C., Arismendi, I., Díaz, G. 2019. Assessment of anthropogenic threats to Chilean Mediterranean freshwater ecosystems: Literature review and expert opinions. *Environmental Impact Assessment Review* 77: 114-121.
- Gorman, O.T., Karr, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59(3): 507-515.
- Habit, E., Victoriano, P., Parra, O. 2002. Translocación de peces nativos en la cuenca del río Laja (región del Biobío, Chile). *Gayana* 66: 191-190.
- Guinard, J., Ríos T., Bernal, J.A. 2013. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincial de Chiriquí, Panamá. *Revista Gestion y Ambiente* 16(2): 71-70
- Habit, E., Belk, M.C., Tuckfield, R., Parra, O. 2006. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile. *Freshwater Biology* 51: 1-11.
- Habit, E.M., García, A., Díaz, G., Arriagada, P., Link, O., Parra, O., Thoms, M.C. 2018. River science and management in Chile: Issues of developing hydropower and native fish communities. *River Research and Applications* 35(5): 489-499.
- Kennedy, T.A., Muehlbauer, J.D., Yackulic, C.B., Lytle, D.A, Miller, S.A., Dibble, K.L., Kortenhoeven, E.W., Metcalfe, A., Baxter, C.V. 2016. Flow Management for hydropower extirpates aquatic insects, undermining river food webs. *BioScience* 66(7): 561-575.
- Kiffney, P.M., Richardson, J.S. 2001. Interactions among nutrient, periphyton, and invertebrate and vertebrate grazers in experimental channels. *Copeia* 2001: 422-429.
- Kiffney, P.M., Volk, C.J., Hall, J. 2002. Community and ecosystem attributes of the cedar river and tributaries before arrival of anadromous salmonids. Technical report submitted to Seattle Public Utilities. NMFS – Watershed Program, Seattle, WA.
- Lopretto, E.C., Tell, G. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina. 1401 pp.
- Lugo-Ortiz, C.R., McCafferty, W.P. 1999. Three new genera of small minnow mayflies (Insecta Baetidae) from the Andes and Patagonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 34: 88-104.
- Lugo-Ortiz, C.R., McCafferty, W.P. 1995. Taxonomy of the north and sector american species of *Camelobaetidium* (Ephemeroptera: Baetidae). *Entomological News* 106(4): 178-192.
- Marques, H., Dias, J.H.P., Perbiche-Neves, G., Kashiwaqui, E.A.L., Ramos, I.P. 2018. Importance of dam-free tributaries for conserving fish biodiversity in Neotropical reservoirs. *Biological Conservation* 224: 347-354.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W. 1996. An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.
- Minshall, G.W., Robinson, C.T. 1998. Macroinvertebrate community structure in relation to measures of lotic habitat heterogeneity. *Archiv für Hydrobiologie* 141(2): 129-151.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2020. D.S N° 16/2020. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, décimo sexto proceso. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Publicado en el Diario oficial de la República de Chile (3 agosto de 2020).
- Niemeyer, H., Cereceda, P. 1984. Hidrografía, Geografía de Chile, Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.
- Nilsson, C, Reidy, C.A., Dynesius, M., Revenga, C. 2005. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems. *Science* 308: 405-408.
- Omidipour, R., Tahmasebi, P., Faizabadi, M.F., Faramarzi, M., Ebrahimi, A. 2021. Does β diversity predict ecosystem productivity better than species diversity? *Ecological Indicators*: 122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107212>
- Osborne, L.L., Willey, M.J. 1992. Influence of tributary spatial position on the structure of warm water fish communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49:

- 671-681.
- Oyarzún, C. 1995. Land use, hydrological properties, and soil erodibilities in the Bío-Bío river basin, central Chile. *Mountain Research and Development* 15(4): 331-338.
- Parra, O., Chuecas, L., Campos, H., Vighi, M., Vismara, R. 1993. Caracterización física y química y evaluación de la calidad para uso múltiple del agua del río Biobío (Chile Central). En: Faranda, F., Parra, O. (Eds.) *Evaluación de la calidad del agua y ecológica del sistema limnético y fluvial del río Biobío*. Serie Monografías Científicas, vol. 2, Centro EULA, Universidad de Concepción, Chile.
- Petersen, R.C., Cummins, K.W. 1974. Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology* 4: 343-368. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1974.tb00103.x>
- Power, G.C., Dietrich, W.E. 2002. Food webs in river networks. *Ecological Research* 17: 451-471.
- Ruiz, V.H., Berra, T.M. 1994. Fishes of the High Biobío River of South-Central Chile with notes on diet and speculations on the origin of the ichthyofauna. *Ichthyological Exploration Freshwaters* 5(1): 5-18.
- Ruiz, V., Marchant, M. 2004. Ictiofauna de Aguas Continentales Chilenas. Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile.
- Scarnecchia, D.L., Roper, B.B. 2000. Large-scale differential summer habitat uses of three anadromous salmonids in a large river basin in Oregon, USA. *Fisheries Management and Ecology* 7: 197-209.
- Strayer, D.L., Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* 29(1):344-358.
- Valdovinos, C., Stuardo, J., Arenas, J. 1993. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición rítrón-potamón del río Biobío. *Monografías Científicas EULA* 12: 217-247
- Valdovinos, C., Parra, O. 2006. Evaluación de la Calidad del Agua y Ecología del Sistema Limnético y Fluvial del río Bío-Bío. In: Faranda, F., Parra, O. (Eds.) *Serie Monografías Científicas EULA* 12: 189-216.
- Valenzuela-Aguayo, F., McRacken, G.R., Manosalva, A., Habit, E., Ruzzante, D.E. 2020. Human-induced habitat fragmentation effects on connectivity, diversity, and population persistence of an endemic fish, *Percilia irwini*, in the Biobío River basin (Chile). *Evolutionary Applications* 13: 795-808. <https://doi.org/10.1111/eva.12901>
- Vila, I., Fuentes, L., Contreras, M. 1999. Peces límnicos de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 48: 61-75.
- Vila, I., Habit, E. 2015. Current situation of the fish fauna in the Mediterranean region of Andean river systems in Chile. *FISHMED Fishes in Mediterranean Environments* 2015.002: 19p
- Valdovinos, C. 2008. Invertebrados dulceacuícolas. En: *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos*: 202-226. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago.
- Wallace, J.B., Webster, J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Reviews of Entomology* 41: 115-139.
- Wang, J., Ding, L., Tao, J., Ding, C., He, D. 2019. The effects of dams on macroinvertebrates: Global trends and insights. *River Research and Applications* 35: 702-713. <https://doi.org/10.1002/rra.3431>
- Zharikov Skilleter, G.A. 2003. Depletion of benthic invertebrates by bar-tailed godwits *Limosa lapponica* in a subtropical estuary. *Marine Ecology Progress Series* 254: 151-162.

Received: 30.10.2020

Accepted: 02.09.2021

APÉNDICE

TABLA A. Coordenadas geográficas área de estudio. / Geographical coordinates of study área.

Coordenadas UTM wgs84 Huso 18		Muestras	Descripción
5.809.647	264.552	1	Río Queuco en tramo bajo cuenca
5.806.672	270.910	2	Río Queuco en tramo medio cuenca
5.811.359	274.911	3	Río Queuco en tramo alto cuenca
5.822.539	252.397	1	Río Huequecura en tramo bajo cuenca (AB confluencia Quillaileo)
5.823.049	254.478	2	Río Huequecura en tramo medio cuenca (AB confluencia Quillaileo)
5.826.099	257.981	3	Río Huequecura en tramo alto cuenca (AB confluencia Quillaileo)
5.829.796	261.584	1	Río Quillaileo en tramo bajo cuenca
5.831.906	264.825	2	Río Quillaileo en tramo medio cuenca
5.826.337	235.623	1	Río Mininco en tramo bajo cuenca
5.826.753	242.775	2	Río Mininco en tramo medio cuenca
5.828.612	254.841	3	Río Mininco en tramo alto cuenca
5.820.391	247.739	1	Río Quilme en tramo bajo cuenca
5.813.773	255.704	2	Río Quilme en tramo medio cuenca
5.808.455	257.019	3	Río Quilme en tramo alto cuenca
5.821.617	243.421	1	Río Lirquén en tramo bajo cuenca
5.814.203	247.739	2	Río Lirquén en tramo medio cuenca
5.811.672	242.908	3	Río Lirquén en tramo alto cuenca

TABLA B. Promedio de índices ecológicos de macroinvertebrados muestreados entre el 2010 y 2012 en seis ríos de la cuenca del río Biobío. / Average ecological indices of macroinvertebrates sampled between 2010 and 2012 in six rivers of the Biobío river basin.

Ríos	Riqueza (S)	Equidad(J')	Diversidad (H'(log10))
Lirquén	14	0,8	0,9
Quilme	14	0,7	0,8
Mininco	13	0,8	0,8
Quillaileo	13	0,7	0,8
Queuco	9	0,7	0,6
Huequecura	9	0,7	0,6

TABLA C. Abundancia relativas de grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados muestreados entre el 2010 y 2012 en seis ríos de la cuenca del río Biobío. / Relative abundance of functional feeding groups of macroinvertebrates sampled between 2010 and 2012 in six rivers of the Biobío river basin.

Grupo funcional	Clase/Orden	Queuco	Quillaileo	Quilme	Huequecura	Lirquén	Mininco
Ramoneadores	Gastropoda	0	26,8	15,8	0	11,8	26,6
	Plecoptera	0	0	4,3	0	0	0
	Diptera	6,2	0	3,9	0	6,2	0
	TrichopteraTrichoptera	19,8	0	2,2	0	5,4	0
Fragmentadores	Plecoptera	25,5	24,4	25,3	34,4	25,2	25
	TrichopteraTrichoptera	24,1	26,5	25,3	34,4	25,7	21,8
Filtradores	Diptera	0	0	0	0	0	3,4
	Diptera	19,5	19,4	17,7	19	23,3	20,6
	Arachnida	0	0	1,3	0	0	0
Depredadores	Megaloptera	0	1,6	4,2	1,9	0	2,6
	Decapoda	4,9	1,3	0	10,3	2,3	0

TABLE D. Macroinvertebrados del río Quilme muestreado entre el 2010 y 2012. Donde, GF (Grupo Funcional): F: Fragmentador, D: Depredador, FIL: Filtrador, R: Ramoneador, DET: Detritivoro, C: Colectores. / Macroinvertebrates of the Quilme River sampled between 2010 and 2012. Where, GF (Functional feeding groups): F: Shredders, D: Predators, FIL: Filterers, R: Scrapers, DET: Detritivorous, C: Gatherers.

Clase/ subclase	Orden	Familia o Especie	Fecha/ Puntos																					
			dic-10			mar-11			ago-11			feb-12			dic-12									
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							
Arachnida	Acariformes	Acari sp.	D	25,9	5,6	11,1																		
Insecta	Diptera	Atherix sp.	D	1,9	1,9	9,3	1,9	3,7	1,85	7,4	16,7	3,7												
Insecta	Diptera	Blepharidae	R	1,9	5,6	11,1																		
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae larva	D	1,9	1,9								1,9			3,7								
Insecta	Diptera	Chironomidae larva	C	11,1	350	31,5	190,7	466,7	64,8	9,26	16,67	29,63	94,4	120,4	92,6	175,9	46,3	7,4	0	11,1	20,4			
Insecta	Diptera	Empididae larva	D			16,7										1,9								
Insecta	Diptera	Limoniidae	D																			5,6		
Insecta	Diptera	Simuliidae larva	FIL	1,9	1,9	1,9	11,1	9,3		9,26														
Insecta	Diptera	Tipulidae larva	D	3,7	5,6	1,9	3,7						1,9	9,3	5,6							11,1		
Insecta	Diptera	Athericidae larva	D													9,3	1,9	1,9	3,7					
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops torrens	C													1,9	1,9					1,9		
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops peruvianus	C													5,6		3,7						
Insecta	Ephemeroptera	Meridialaris sp.	C																			3,7	3,7	
Insecta	Ephemeroptera	Meridialaris diguillina	C	122,2	20,4	48,1	353,7	25,9	146,3				57,4	64,8	120,4	38,9	46,3	9,3						
Insecta	Ephemeroptera	Meridialaris laminata	C	1,9							90,74	66,67				5,6	5,6	1,9				1,9		
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops sp.	C	16,7	9,3	31,5	274,1	5,6	127,8		5,56	1,85				148							22,2	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae sp.	C																					
Insecta	Ephemeroptera	Hapsiphlebia sp.	C		1,9	5,6																	1,9	1,9
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia sp.	C						5,6							1,9	1,9						1,9	
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia chilensis	C																				1,9	3,7
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia (P) flavidula	C														5,6							
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet.	C													22,2	9,3	11,1	13	3,7				
Insecta	Ephemeroptera	Chiloporter aetoni	D										1,9											
Insecta	Ephemeroptera	Nousia sp.	C													1,9						3,7	24,1	
Insecta	Ephemeroptera	Nousia maculata	C																				5,6	
Insecta	Ephemeroptera	Rhigotopus sp.	C													5,6	27,8	1,9						

CONTINUACIÓN TABLA D.

Clase/ subclase	Orden	Familia o Especie	Fecha/ Puntos	dic-10			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Insecta	Plecoptera	<i>Arauciooperla</i> sp.	F	1,9	1,9																	
Insecta	Plecoptera	<i>Klapopterix armillata</i>	F	1,9	1,9	13			1,85	7,4												
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>	F	5,6	22,2	11,1			27,78	29,63												
Insecta	Plecoptera	<i>Pelugoperla personata</i>	F				5,6	7,4														
Insecta	Plecoptera	<i>Neuroperla schedingi</i>	F																			1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Antarctoperla michaelsoni</i>	F																			3,7
Insecta	Plecoptera	<i>Ceratoperla schwabei</i>	F																			13
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnopsis samali</i>	F																			5,6
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	F																			1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Klapopteryx armillata</i>	F																			1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Udamocercia</i> sp.	R	1,9	18,5	13																5,6
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnoa helgae</i>	F						1,9													1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Kempnyella genualis</i>	F																			3,7
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>	F				1,9			111,1	3,7											1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Pelugoperla personata</i>	F																			1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Neuroperlopsis patri</i>	F						1,9		3,7											13
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp. Larva	R																			1,9
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp.	R																			1,9
Insecta	Tricoptera	<i>Polycentropus</i> sp.	FIL																			5,6
Insecta	Tricoptera	<i>Eosericostema</i> sp.	C	3,7	1,9																	11,1
Insecta	Tricoptera	<i>Rheochorema lobuliferum</i>	D																			22,2
Insecta	Tricoptera	<i>Metrichia</i> sp.	C	1,9	14,8																	3,7
Insecta	Tricoptera	<i>Mastigoptila</i> sp.	FIL	5,6	3,7																	
Insecta	Tricoptera	<i>Parasericostoma</i> sp.	F	1,9	3,7		7,4	7,4	1,85	7,4												5,6
Insecta	Tricoptera	<i>Smicridea</i> sp. Larva	FIL	50	14,8	14,8	87	566,7	63	11,11	3,7	63	29,6	5,6	7,4	35,2	5,6					11,1
Insecta	Tricoptera	<i>Oxyethira</i> sp.	C					7,4														
Insecta	Tricoptera	<i>Oecetis</i> sp.	R																			7,4

CONTINUACIÓN TABLA E.

Clase/ subclase	Orden	Fecha/ Puntos	Familia o Especie	GF	dic-10			mar-11			ago-11			feb-12			dic-12					
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Insecta	Plecoptera	F	<i>Limnoperla jaffueli</i>		1,9	5,6									7,4	3,7						
Insecta	Plecoptera	F	<i>Pelurgoperla personata</i>			3,7							13	5,6		3,7						
Insecta	Tricoptera	R	Glossomatidae																			
Insecta	Tricoptera	R	<i>Brachysetodes</i> sp.			1,9				5,56												
Insecta	Tricoptera	FIL	<i>Polycentropus</i> sp.													1,9						
Insecta	Tricoptera	FIL	<i>Mastigoptila</i> sp.		1,9	1,9																
Insecta	Tricoptera	FIL	<i>Smicridea</i> sp. Larva		9,3	16,7	5,6	11,1	29,6	88,9		50	11,1	105,6	68,5		14,8					
Insecta	Tricoptera	C	<i>Oxyethira</i> sp.				1,9															
Insecta	Tricoptera	R	<i>Oecetis</i> sp.													3,7						
Insecta	Coleoptera	D	Psephenidae		7,4	16,7	5,6	14,8	33,3			7,4	14,8	14,8	3,7	7,4	9,3	11,1	5,6			
Insecta	Coleoptera	C	Elmidae		51,9	7,4	11,1	14,8	16,7	7,41		1,85	11,1	7,4	7,4		5,6					
Insecta	Coleoptera	R	<i>Metachioneira</i> sp.					1,85														
Insecta	Megalópetra	D	Corydalidae		3,7	5,6						1,9	9,3	7,4		3,7	16,7					
Insecta	Megalópetra	D	<i>Protochauliodes</i> sp.										7,4									
Insecta	Odonata	D	Gomphidae				11,1	1,9									1,9					
Crustacea	Amphipoda	C	<i>Hyalella</i> sp.		16,7		1,9															
Decapoda	Malacostraca	D	<i>Aegla</i> sp.																			
Decapoda	Malacostraca	D	<i>Aegla laevis</i>		18,5		1,9										5,6					
Hirudinea	Hirudinida	D	<i>Hirudo</i> sp.									1,85										
Oligochaeta		DET	indet.		72,2	31,5	298,1	57,4			799,66		3,7									
Gastrópoda	Basommatophora	R	<i>Chilina</i> sp.		14,8	1,9	1,9	18,5	14,8	1,9		3,7	3,7	46,3	3,7	3,7	16,7	3,7				
Bivalvia	Veneroidea	FIL	<i>Pisidium</i> sp.		1,9	5,6	31,5	1,9			1515,15											
Bivalvia	Veneroidea	FIL	Sphaeriidae														7,4					
Gastrópoda	Basommatophora	R	Lymnaidae			5,6																
Gastrópoda	Mesogastropoda	R	<i>Littoridina</i> sp.		1,9	13	44,4	9,3			3,7						1,9					
Turbellaria	Tricladida	DET	<i>Dugesia</i> sp.		14,8	1,9	11,1	13	9,3	1,9			1,9									
Oligochaeta		DET	Lumbriculidae													13	55,6					
Nematoda		D	indet.												5,6							
Turbellaria	Rhabdocoela	D	<i>Temnocephala</i> sp.														3,7					
Riqueza (S)					22	25	15	16	12	11	6	6	12	8	13	11	17	9	13	14		
Abundancia (Ind/m²)					641,1	358,2	639	285,6	368,6	340,8	62,96	4419,19	118,51	240,9	248,2	368,5	190,9	480	185,6	66,8	67	152,2

TABLE F. Macroinvertebrados del río Huequecura muestreado entre el 2010 y 2012. Donde, GF (Grupo Funcional): F: Fragmentador, D: Depredador, FL: Filtrador, R: Ramoneador, DE1: Detritivoro, C: Colectores. / Macroinvertebrates of the Quilme River sampled between 2010 and 2012. Where, GF (Functional feeding groups): F: Shredders, D: Predators, FIL: Filterers, R: Scrapers, DET: Detritivorous, C: Gatherers.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto																			
			dic-10 1	dic-10 2	dic-10 3	mar-11 1	mar-11 2	mar-11 3	ago-11 1	ago-11 2	ago-11 3	dic-11 1	dic-11 2	dic-11 3	feb-12 1	feb-12 2	feb-12 3	dic-12 1	dic-12 2	dic-12 3		
Arachnida	Acariforme	<i>Acaris</i> sp.			1,9		51,9									1,9						
Insecta	Diptera	<i>Atherix</i> sp.		14,8	7,4	13	5,6		1,85						1,85							
Insecta	Diptera	Blepharidae																				
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae larva			1,9	3,7													1,9		1,9	
Insecta	Diptera	Chironomidae larva	77,8	33,3	3,7	57,4	94,4	16,7	5,56	14,81	11,11	18,5	7,4	16,7	7,4	9,3	140,7	11,1	35,2			
Insecta	Diptera	Empididae larva	1,9		25,9	3,7	3,7					1,9										
Insecta	Diptera	Tipulidae larva	7,4	1,9	3,7							1,9										
Insecta	Diptera	Athericidae larva														5,6	3,7	1,9	1,9			1,9
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops torrens</i>														1,9	3,7					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops peruvianus</i>																				
Insecta	Ephemeroptera	<i>Meridialis diguillina</i>	201,9	101,9	174,1	103,7	125,9	46,3				103,7	87	11,1	40,7	33,3						
Insecta	Ephemeroptera	<i>Meridialis laminata</i>																				
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops</i> sp.	153,7	35,2	5,6	24,1	9,3	46,3	5,56	107,41	64,81					1,9	3,7	7,4				
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i> sp.																				13
Insecta	Ephemeroptera	<i>Caenis</i> sp.																				1,9
Insecta	Ephemeroptera	<i>Hapsiphlebia</i> sp.			11,1																	
Insecta	Ephemeroptera	<i>Penaphlebia</i> sp.					3,7															3,7
Insecta	Ephemeroptera	<i>Penaphlebia chilensis</i>																			3,7	
Insecta	Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae</i> indet.														1,9	9,3	1,9				5,6
Insecta	Ephemeroptera	<i>Murphyella neethami</i>																			1,9	
Insecta	Ephemeroptera	<i>Chiloporter eatoni</i>																				
Insecta	Ephemeroptera	<i>Nousia maculata</i>																				
Insecta	Ephemeroptera	<i>Rhigotopus</i> sp.																				
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>			7,4				29,63	44,44	50					22,2	16,7					
Insecta	Plecoptera	<i>Pelurgoperla personata</i>			1,9																	
Insecta	Plecoptera	<i>Notoperlopsis femina</i>																				1,9

CONTINUACIÓN TABLA F.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnosa helgae</i>			1,9															
Insecta	Plecoptera	<i>Kemmyella genualis</i>		1,9																
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>								5,6										
Insecta	Tricoptera	<i>Parasericostoma</i> sp.								1,9	1,9									
Insecta	Tricoptera	<i>Smicridea</i> sp.		14,8	133,3		3,7	5,56		1,9	1,9	3,7								
Insecta	Tricoptera	<i>Antactoperla Michaelsoni</i>			5,6															
Insecta	Coleoptera	Psephenidae		1,9																
Insecta	Coleoptera	Elmidae	9,3	27,8	1,9	3,7				7,4	18,5	5,6	5,6	5,6						
Insecta	Megaloptera	Corydalidae									1,9	1,9		1,9						
Insecta	Odonata	Gomphidae									1,9									
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla</i> sp.																		
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla laevis</i>	1,9	11,1	1,9	27,78	7,41		9,3	3,7	9,3									
Hirudinea	Hirudinida	<i>Hirudo</i> sp.							9,3											
Oligochaeta		indet.	29,6	13	18,5	3,7	77,8	1,85						1,9						
Gastropoda	Basommatophora	<i>Chilina</i> sp.			1,9															
Bivalvia	Venerida	<i>Pisidium</i> sp.																		
Gastropoda	Mesogastropoda	Littoridina sp.																		
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesia</i> sp.	1,9	3,7	24,1		1,9				20,4	1,9								
Oligochaeta		Lumbriculidae																		
Turbellaria	Rhabdocoela	<i>Termonocephala</i> sp.																		
Riqueza (S)			10	8	16	12	10	7	8	6	5	7	6	10	13	15	6	12	13	4
Abundancia (Ind/m²)			487,3	203,9	290,9	257,6	398,3	215	77,78	179,62	133,33	142,7	105,6	61,4	137,4	102,1	24,3	350,3	74,4	42,7

TABLE G. Macroinvertebrados del río Liquén muestreado entre el 2010 y 2012. Donde, GF (Grupo Funcional): F: Fragmentador, D: Depredador, FIL: Filtrador, R: Ramoneador, DET: Detritívoro, C: Colectores. / Macroinvertebrates of the Quilme River sampled between 2010 and 2012. Where, GF (Functional feeding groups): F: Shredders, D: Predators, FIL: Filterers, R: Scrapers, DET: Detritivorous, C: Gatherers.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Arachnida	Acariforme	Acari sp.			5,6																
Insecta	Diptera	Atherix sp.		11,1	1,9	18,5	13	1,85				9,3									
Insecta	Diptera	Blephariceridae	R					3,7			3,7	7,4									
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae larva	D		13				84,18			5,6	5,6								
Insecta	Diptera	Chironomidae larva	C	135,2	192,6	24,1	18,5	68,5	66,7	31,48	31,48	63	63	16,7	46,3	11,1	27,8	25,9	24,1		
Insecta	Diptera	Empididae larva	D				7,4	1,9						3,7	1,9			1,9	1,9		
Insecta	Diptera	Limoniidae	D																	3,7	9,3
Insecta	Diptera	Stratiomidae	D							42,09											
Insecta	Diptera	Tabanidae	D																		
Insecta	Diptera	Simuliidae	FIL			1,9				42,59	5,56										
Insecta	Diptera	Tipulidae	D	16,7	29,6		3,7	1,9						3,7	7,4	7,4		1,9	3,7	9,3	
Insecta	Diptera	Athericidae	D													7,4	9,3	1,9			
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops torrens	C													7,4	20,4				1,9
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops peruvianus	C													5,6	1,9				5,6
Insecta	Ephemeroptera	Meridialis sp.	C																		7,4
Insecta	Ephemeroptera	Meridialis diguillina	C	207,4	246,3	7,4	131,5	163	85,2			50	70,4	13	44,4	63	11,1				
Insecta	Ephemeroptera	Meridialis laminata	C													3,7	11,1	11,1			
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops sp.	C	96,3	120,4	13	16,7	87	13	16,67	1,85			27,8	24,1	3,7					5,6
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae sp.	C																		
Insecta	Ephemeroptera	Hapsiphlebia sp.	C	5,6	16,7			1,9													
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia sp.	C	7,4										7,4	1,9						
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia chilensis	C																	1,9	7,4
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia (P) flavidula	C																		7,4
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet.	C													16,7	50	14,8			

CONTINUACIÓN TABLA G.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Insecta	Ephemeroptera	<i>Chiloporter aetoni</i>	D	1,9	3,7															
Insecta	Ephemeroptera	<i>Rhigotopus</i> sp.	C												3,7					
Insecta	Plecoptera	<i>Inconeuria porteri</i>	D		3,7															
Insecta	Plecoptera	<i>Araucanioperla</i> sp.	F	9,3	38,9															
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>	F			50	48,15													
Insecta	Plecoptera	<i>Pelurgoperla personata</i>	F	5,6	5,6	11,1														
Insecta	Plecoptera	<i>Notoperla macdowalli</i>	F		1,9															
Insecta	Plecoptera	<i>Austronemoura chilena</i>	F													1,9				
Insecta	Plecoptera	<i>Ceratoperla schwabei</i>	F										14,8	5,6						
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnopsis samali</i>	F										1,9	18,5						3,7
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	F										1,9	1,9						
Insecta	Plecoptera	<i>Udamocera</i> sp.	R		16,7															
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnoa helgae</i>	F	3,7	1,9	3,7														5,6
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>	F		3,7								11,1							9,3
Insecta	Plecoptera	<i>Pelurgoperla personata</i>	F	1,9	14,8	1,85								27,8	5,6					1,9
Insecta	Plecoptera	<i>Pictoperla gayi</i>	F																	3,7
Insecta	Plecoptera	<i>Neuroperiposis patri</i>	F											14,8						
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp. Larva	R																	1,9
Insecta	Tricoptera	<i>Nectopsycie</i> sp. Larva	R																	11,1
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp.	R																	
Insecta	Tricoptera	<i>Polycentropus</i> sp.	FIL																	1,9
Insecta	Tricoptera	<i>Eosericoctema</i> sp.	C																	
Insecta	Tricoptera	<i>Metrichia</i> sp.	C																	
Insecta	Tricoptera	<i>Parasericoctema</i> sp.	F																	1,9

CONTINUACIÓN TABLA G.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto	dic-10			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Insecta	Tricoptera	<i>Smicridea</i> sp. Larva	FIL	29,6	68,5	31,5	274,1	190,7	114,8	741	18,52	7,4	16,7	40,7	51,9	33,3	59,3				
Insecta	Tricoptera	Hydrobiosidae larva	FIL													1,9					
Insecta	Tricoptera	<i>Oxyethira</i> sp.	C													1,9					
Insecta	Tricoptera	Ecnomidae larva	C															1,9	3,7	3,7	
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	D	3,7	1,9	1,9	3,7	13	1,9	3,7	1,85	5,6	11,1	5,6	3,7	5,6			16,7	1,9	
Insecta	Coleoptera	Elmidae	C	13		9,3	31,5	9,3	1,9			16,7	5,6		14,8	3,7		9,3	22,2	5,6	
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	D												7,4	18,5	1,9	3,7		11,1	
Insecta	Megaloptera	Protochauliodes sp. Larva	D	1,9								5,6	3,7	5,6							
Insecta	Odonata	Gomphidae	D							3,7		1,9		3,7	1,9	1,9					
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla</i> sp.	D															3,7	1,9	1,9	
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla laevis</i>	D	3,7	5,6	1,9						1,9	1,9	3,7							
Oligochaeta		indet.	DET	46,3			87	9,3	38,9	12,96	84,18			11,1	3,7	9,3					
Gastropoda	Basommatophora	<i>Chilina</i> sp.	R				11,1	1,9													
Gastropoda	Mesogastropoda	<i>Litoridina</i> sp.	R	5,6																	
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesia</i> sp.	DET	3,7			9,3		7,4					22,2				11,1			
Oligochaeta		Lumbriculidae	DET																	63	14,8
Riqueza (S)				15	12	13	17	18	12	9	10	5	12	13	17	16	19	8	20	20	
Abundancia (Ind/m³)				578	713,1	143	635,4	628,2	394,6	251,85	159,25	336,72	183,6	209,5	233,6	239,1	302,1	170,8	65	196,8	143

TABLE H. Macroinvertebrados del río Queuco muestreado entre el 2010 y 2012. Donde, GF (Grupo Funcional): F: Fragmentador, D: Depredador, FIL: Filtrador, R: Ramoneador, DET: Detritivoro, C: Colectores. / Macroinvertebrates of the Quilme River sampled between 2010 and 2012. Where, GF (Functional feeding groups): F: Shredders, D: Predators, FIL: Filterers, R: Scrapers, DET: Detritivorous, C: Gatherers.

Clase/ subclase	Orden	(Orden)/Familia o Especie	Fecha/ Punto			dic-10			mar-11			ago-11			dic-11			feb-12			dic-12		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Insecta	Diptera	Atherix sp.	D	9,3			3,7	5,6	22,2	7,4	1,85	3,7	1,9										
Insecta	Diptera	Blepharidae	R			3,7					12,96												
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae larva	D		5,6			3,7				1,9											
Insecta	Diptera	Chironomidae larva	C	63	68,5	44,4	157,4	135,2	9,3	9,26	16,67	31,48	79,6	64,8	38,9	1,9	126,3	5,6	16,7	7,4	0		
Insecta	Diptera	Empididae larva	D							1,85													
Insecta	Diptera	Limoniidae	D								18,52											5,6	
Insecta	Diptera	Simuliidae larva	F			3,7								27,8									
Insecta	Diptera	Tipulidae larva	D	3,7	3,7	3,7				3,7	9,3	9,3									3,7		
Insecta	Diptera	Athericidae larva	D														126,3	5,6	1,9	1,9	9,3		
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops torrens	C																			29,6	31,5
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops peruvianus	C																			9,3	3,7
Insecta	Ephemeroptera	Meridalaris sp.	C																			11,1	3,7
Insecta	Ephemeroptera	Meridalaris diguillina	C	196,3	116,7	66,7	335,2	298,1	51,9	1,85	53,7	529,63	9,3	220,4	48,1							133,3	
Insecta	Ephemeroptera	Meridalaris laminata	C																			1,9	
Insecta	Ephemeroptera	Andesiops sp.	C	57,4	107,4	72,2	187	174,1	7,4		5,56		1,9										
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae sp.	C																				5,6
Insecta	Ephemeroptera	Hapsiphlebia sp.	C		3,7																		
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia sp.	C		7,4						3,7												
Insecta	Ephemeroptera	Penaphlebia (P) flavidula	C																			1,9	
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet.	C															5,6				61,1	
Insecta	Ephemeroptera	Murphyella needhami	C																			1,9	
Insecta	Ephemeroptera	Nousia sp.	C																				11,1
Insecta	Ephemeroptera	Rhigotopus sp.	C																				
Insecta	Ephemeroptera	Chilopterus aetoni	D					1,9														1,9	
Insecta	Plecoptera	Limnoperla jaffueli	F	7,4	16,7	3,7				7,41	835,19	509,26											
Insecta	Plecoptera	Pelurgoperla personata	F																				1,9

TABLE I. Macroinvertebrados del río Queuco muestreado entre el 2010 y 2012. Donde, GF (Grupo Funcional): F: Fragmentador, D: Depredador, FIL: Filtrador, R: Ramoneador, DET: Detritivoro, C: Colectores, / Macroinvertebrates of the Quilme River sampled between 2010 and 2012. Where, GF (Functional feeding groups): F: Shredders, D: Predators, FIL: Filterers, R: Scrapers, DET: Detritivorous, C: Gatherers.

Clase/ subclase	Orden	Familia o Especie	Fecha/ Punto		dic-10		mar-11		ago-11		dic-2011		feb-12		dic-12	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Arachnida	Acariformes	<i>Acari</i> sp.		11,1												
Insecta	Diptera	<i>Atherix</i> sp.	9,3	11,1	3,7	5,56	3,7	11,1	5,6							
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae larva		1,9		1,85	7,4	5,6	3,7							
Insecta	Diptera	Chironomidae	48,1	44,4	55,6	40,74	14,8	16,67	22,2	38,9	107,4	1,9	85,2			
Insecta	Diptera	Empididae		18,5						5,6	16,7					
Insecta	Diptera	Limoniidae								1,9						
Insecta	Diptera	Stratiomidae			3,7											
Insecta	Diptera	Tipulidae	3,7	24,1	9,3	3,7	20,37	7,4								
Insecta	Diptera	Athericidae								24,1	9,3					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops torrens</i>								1,9	3,7					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops peruvianus</i>								3,7	13					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Meridalaris</i> sp.														1,9
Insecta	Ephemeroptera	<i>Meridalaris diguillina</i>	135,2	157,4	181,5	157,4		46,3	24,1	118,5	59,3					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Meridalaris laminata</i>								33,33	9,26					
Insecta	Ephemeroptera	<i>Andesiops</i> sp.	42,6	48,1	51,9	42,6		3,7	7,4							
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i> sp.														7,4
Insecta	Ephemeroptera	<i>Hapsiphebia</i> sp.		1,9												1,9
Insecta	Ephemeroptera	<i>Penaphebia</i> sp.	1,9													3,7
Insecta	Ephemeroptera	<i>Penaphebia chilensis</i>														3,7
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet.														
Insecta	Ephemeroptera	<i>Chiloporter aetoni</i>	3,7	1,9												
Insecta	Ephemeroptera	<i>Nousia</i> sp.														
Insecta	Ephemeroptera	<i>Nousia maculata</i>														13
Insecta	Ephemeroptera	<i>Rhigotopus</i> sp.														5,6
Insecta	Plecoptera	<i>Inconeuria porteri</i>														
Insecta	Plecoptera	<i>Klapopterix armillata</i>														
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>		5,6						64,81	14,81					
Insecta	Plecoptera	<i>Pelurgoperla personata</i>			9,3	9,3										
Insecta	Plecoptera	<i>Notoperlopsis femina</i>														5,6

CONTINUACIÓN TABLA I.

Clase/ subclase	Orden	Familia o Especie	Fecha/ Punto	dic-10		mar-11		ago-11		dic-2011		feb-12		dic-12	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Insecta	Plecoptera	<i>Ceratoperla schwabiei</i>	F									7,4			
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	F							1,9		3,7			
Insecta	Plecoptera	<i>Diamphipnoa helgae</i>	F							1,9					
Insecta	Plecoptera	<i>Limnoperla jaffueli</i>	F			1,9				3,7					
Insecta	Plecoptera	<i>Neuroperiposis patri</i>	F							1,9					
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp. Larva	R											1,9	
Insecta	Tricoptera	Leptoceridae	R											1,9	
Insecta	Tricoptera	<i>Brachysetodes</i> sp.	R					1,85							
Insecta	Tricoptera	<i>Eosericostema</i> sp.	C		1,9										
Insecta	Tricoptera	<i>Rheochorema lobuliferum</i>	D	1,9						3,7					
Insecta	Tricoptera	<i>Parasericostoma</i> sp.	F							22,2		5,6	90,7		
Insecta	Tricoptera	<i>Smicridea</i> sp. Larva	F	14,8	7,4	44,4	55,6			18,5					
Insecta	Tricoptera	Hydrobiosidae larva	F										1,9		
Insecta	Tricoptera	Ecnomiidae larva	C										7,4		
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	D	1,9											
Insecta	Coleoptera	Elmidae larva	C	1,9	14,8	13	5,6	3,7	3,7	11,1	18,5	46,3	25,9		3,7
Insecta	Coleoptera	<i>Metachorema</i> sp.	R						1,85						
Insecta	Megalópetra	Corydalidae	D									7,4	5,6	3,7	1,9
Insecta	Megalópetra	<i>Protochauliodes</i> sp.	D		13			1,85	3,7	3,7	1,9				
Insecta	Odonata	Gomphidae	D					1,85		1,9		1,9		1,9	
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla</i> sp.	D					3,7		7,4					
Decapoda	Malacostraca	<i>Aegla laevis</i>	D	1,9			1,9	3,7							
Oligochaeta		indet.	DT	7,4	25,9	163	31,5	33,33	14,81						
Gastropoda	Basommatophora	<i>Chilina</i> sp.	R											3,7	
Bivalvia	Veneroidea	<i>Pisidium</i> sp.	F									1,9	7,4		
Gastropoda	Mesogastropoda	<i>Littoridina</i> sp.	R		1,9		5,6	1,85	1,85						
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesia</i> sp.	DT			1,9			3,7						24,1
Entognatha	Collembola	indet.	C										1,9		
Riqueza (S)				14	17	12	10	10	15	12	12	15	21	13	11
Abundancia (Ind/m²)				276,2	390,9	539,2	333,6	190,72	111,08	174	115	337,4	385,6	55,9	139,1