

# COMPARACIÓN DEL MACROZOOBENTOS PRESENTE EN ARROYOS CON DIFERENTE TIPO DE VEGETACIÓN RIBEREÑA EN LA RESERVA COSTERA VALDIVIANA, SUR DE CHILE

GIOVANY GUEVARA-CARDONA<sup>1,2</sup>

CARLOS JARA SENN<sup>1</sup>

MARITZA MERCADO<sup>3</sup>

SIMON ELLIOTT<sup>3</sup>

1. Instituto de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile. 2. Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Altos de Santa Elena, Ibagué-Colombia. 3. BENTHOS, Laboratorio de Entomología Acuática, Valdivia-Chile. E-mail: [giovanyguevara@uach.cl](mailto:giovanyguevara@uach.cl)

## RESUMEN

En noviembre de 2005 se comparó la abundancia y diversidad taxonómica de los estados preimaginales de los macroinvertebrados en dos arroyos de la Reserva Costera Valdiviana (RCV), en el sur de Chile. Se hizo una evaluación rápida de dos ambientes, uno perturbado (*i.e.*, con plantaciones ribereñas de *Eucalyptus* spp.) y uno prístino (*i.e.*, bosque nativo), utilizando red Surber y colectando 10 réplicas en cada sitio. La abundancia total de los macroinvertebrados fue mayor en el ambiente prístino (3234 especímenes) que en el ambiente perturbado (1618 especímenes). En el ambiente perturbado, se registraron 46 taxones y en el prístino 54. Los insectos constituidos por efemerópteros, tricópteros, dípteros, coleópteros, plecópteros presentaron la mayor abundancia con excepción de lepidópteros y odonatos. Los órdenes Ephemeroptera y Plecoptera presentaron el mayor número de individuos en ambos ambientes y conservaron los más altos registros en el ambiente prístino. Los invertebrados no-insectos representados por oligoquetos, colémbolos, crustáceos, moluscos, ácaros, nemátodos y arácnidos constituyeron la menor abundancia. Los oligoquetos fueron más abundantes en el arroyo con plantación exótica. Se observó una gran variación en el tamaño de los especímenes colectados dentro y entre arroyos. Se sugiere que aspectos relacionados con la estructura comunitaria de los macroinvertebrados acuáticos en ambientes costeros del sur de Chile y la asociación con tipo de vegetación ribereña, puede revelar cambios a nivel de preferencia de hábitat, influencia del tipo de sustrato, estrategias de historia de vida y variación en los gremios tróficos (*i.e.*, raspadores, colectores, filtradores, entre otros).

**Palabras Clave:** Bentos, Bosque Ribereño, Chile, Macroinvertebrados.

## ABSTRACT

Macroinvertebrates of a stream with native and other with exotic riparian forest (*Eucalyptus* spp.) in the Valdivian Coastal Reserve, in southern Chile, were studied during November 2005. A rapid assessment was made with Surber net, collecting ten replicates in each stream. The stream with riparian native forest and pristine conditions had higher total abundance (3234 specimens) than the stream with riparian exotic forest and altered conditions (1618 specimens). Forty-six taxa were recorded in the disturbed environment, while 54 taxa were

recorded for the pristine environment. The insects such as mayflies, caddisflies, flies, water beetles, stoneflies showed the highest abundance with the exception of butterflies and damselflies. Ephemeroptera and Plecoptera recorded higher number of individuals in both disturbed and pristine environments and were highest in the pristine site. Non-insects such as Oligochaeta, Collembola, Crustacea, Mollusca, Acarina, Nematoda and Arachnida constituted the lowest abundance. Oligochaeta was most abundant in the stream with exotic vegetation. A high variation in the size of the collected specimens was observed within and among streams. We suggesting than aspects related with community structure of the aquatic macroinvertebrates in coastal environments from southern Chile and the association with the type of riparian forest can reveal changes to habitat preference level, type of substrate, life history strategies and variation in trophic guilds (*i.e.*, filters, scrappers, shredders, etc.).

**Keywords:** Benthos, Chile, Macroinvertebrates, Riparian Forest

## INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados son organismos que se encuentran adheridos a diversos sustratos sumergidos (naturales o artificiales) en el fondo y ribera de ríos y arroyos. Se distribuyen en diferentes hábitats o parches que se generan como producto del movimiento lateral y longitudinal y del aporte orgánico alóctono. Estos se alimentan de materia orgánica particulada en forma de fragmentos de plantas, algas, bacterias y detritus que es producido dentro del arroyo o suministrado desde fuentes externas como la vegetación ribereña. Sin embargo, se ha observado que la cantidad y calidad tanto de la materia orgánica particulada gruesa (MOPG) como fina (MOPF) suministrado por determinado tipo de bosque, tiene un efecto sobre la estructura y dinámica del bentos (Giller & Malmqvist 1998). El macrozoobentos está generalmente representado en ambientes lóticos por insectos en estado larval, ninfal o adulto, los cuales han sido ampliamente usados como indicadores de calidad de agua debido a que pueden revelar cambios en su ambiente (Rounick & Winterbourn 1982, Figueroa *et al.* 2003). En la actualidad, los macroinvertebrados bentónicos son el foco de varios estudios sobre restauración ecológica de ríos y arroyos a nivel mundial (Sweeney *et al.* 2004).

La Reserva Costera Valdiviana es un área montañosa privada de 60 000 ha, administrada por 16 ONG's con interés conservacionista, las cuales incluyen organizaciones indígenas (red de parques naturales Huilliche Mapu-Lahual) y la colaboración de The Nature Conservancy y WWF, quienes adquirieron el terreno. La reserva se ubica sobre la Cordillera de la Costa, a 40 km al Sur-Oeste de la ciudad de Valdivia (sur de Chile), entre el río Chaihuín y el río Bueno. Presenta pendientes que van hasta el océano pacífico, está expuesta a una precipitación media anual de 2500 mm y una temperatura promedio de 12°C. Una parte de la reserva (hace aprox. 10 años) fue sometida a la sustitución del bosque nativo; en la actualidad, cerca de 3000 ha de *Eucalyptus globulus* hacen parte de algunas cuencas de drenaje (de 12-200 ha), en las que el impacto de la sustitución es más que evidente (Plischoff *et al.* 2005).

Como parte de un proyecto de manejo ecosistémico a largo plazo, del programa FORECOS de la Universidad Austral de Chile, dos arroyos en la RCV fueron muestreados. El objetivo del estudio fue: evaluar la composición taxonómica de los macroinvertebrados con respecto a (I) diferencias en la comunidad bentónica entre tipos de hábitat y (II) similitud y diferencia entre el bentos de dos cuencas con vege-

tación ribereña contrastante (Exótica vs. Nativa) dentro de la misma región.

**Métodos.** Area de Estudio. El estudio se desarrolló en la Reserva Costera Valdiviana (RCV) la cual se ubica entre 35°11' Norte y 83°36' Oeste, al sur de Chile (Figura 1).



**Figura 1.** Localización de la Reserva Costera Valdiviana (RCV), sur de Chile.

De acuerdo con los objetivos de la presente investigación dos arroyos fueron seleccionados según el tipo de vegetación predominante que cubre la cuenca de drenaje. Un arroyo fue seleccionado como exótico, es decir, el mayor porcentaje de cobertura lo representan plantaciones de *Eucalyptus* spp., mientras que el otro denominado nativo está cubierto por bosque original dominado por especies de *Nothofagus* spp. (Figura 2).

**Análisis de Datos.** Los dos arroyos fueron muestreados en noviembre de 2005. Un diseño de muestreo aleatorio estratificado (ver Elliot 1977) fue empleado para la colecta del bentos. Diez replicas fueron tomadas en cada arroyo a lo largo de 100 m con intervalos de 10 m, a través de una red Surber de 250  $\mu$ m (900 cm<sup>2</sup>). El

sustrato dentro del cuadrante fue removido hasta una profundidad de 10 cm. Las muestras fueron fijadas en campo con alcohol al 70%. En el laboratorio, las muestras fueron filtradas a través de tamices (250  $\mu$ m y 1 mm). Todos los organismos > 0.5 mm fueron removidos, identificados al taxón más bajo posible y cuantificados bajo un estereomicroscopio a 15X. Siempre que fue necesario y apropiado, las variables fueron transformadas con  $\log(x + 1)$ . Los macroinvertebrados fueron comparados entre arroyos con ANOVA separados para cada taxón, y cada arroyo fue usado como factor. Todos los análisis fueron realizados con el software STATISTICA versión 7.0 (StatSoft 2004).



**Figura 2.** Vegetación ribereña predominante en cada uno de los arroyos seleccionados para el estudio de macroinvertebrados acuáticos en la Reserva Costera Valdiviana. **Arriba**, bosque nativo; **abajo**, plantaciones de *Eucalyptus* spp.

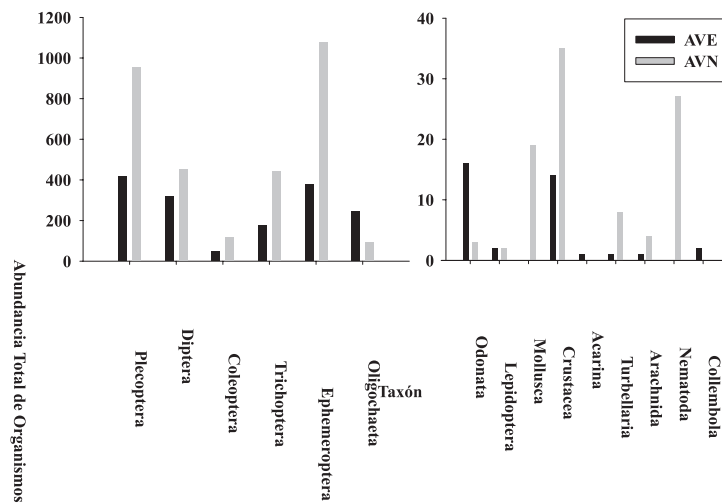
**Análisis Resultados.** Se registraron 4852 especímenes de los cuales el 67% correspondió al Arroyo con Vegetación Nativa (AVN) y el 33% al Arroyo con Vegetación Exótica (AVE). Además, se registraron 54 y 46 diferentes taxones, respectivamente. Los taxones más abundantes en su orden fueron Ephemeroptera (30%), Plecoptera (28%), Diptera (15%), Trichoptera (12%), Oligochaeta (7%), en el porcentaje restante se registran los demás taxones (Tabla 1, Figura 3). Algunos taxones sólo se re-

gistraron en el AVE como es el caso de Acarina y Collembola, mientras que Mollusca, *Aegla* spp. y Nematoda sólo se presentaron en el AVN. Los taxones *Antarctoperla* sp., Leptophlebiidae, *Smicridea* sp. 1, *Dolophilodes* sp., Chironomidae fueron más abundantes en el AVN que en el AVE. Los odonatos fueron más abundantes en el AVE (Tabla 1, Figura 3). La comparación de la comunidad bentónica sólo mostró diferencia significativa para once taxones (Tabla 2).

**Tabla 1.** Macrozoobentos registrado en la Reserva Costera Valdiviana sur de Chile en noviembre de 2005. Los datos muestran la abundancia total en las 10 réplicas para cada arroyo.

Taxón	AVE	AVN	Taxón	AVE	AVN			
Plecoptera	<i>Diamphipnopsis samali</i>	128	144	Diptera	Empididae sp1	16	9	
	<i>Antarctoperla</i> sp.	251	738		Empididae sp2	5	1	
	<i>Neuroperlopsis patris</i>	18	3		Empididae sp3	1	3	
	<i>Neuroperla schedingi</i>	6	2		Tipulidae sp1	2	2	
	<i>Klapopteryx armillata</i>	5	45		Tipulidae sp2	2	1	
	<i>Diamphipnoa</i> sp.	3	3		Tipulidae sp3	2	NR	
	<i>Inconeuria</i> sp.	NR	4		<i>Tipula</i> sp.	NR	3	
	<i>Kempnyella</i> sp.	NR	2		Muscidae	NR	1	
	<i>Pictetoperla gayi</i>	NR	1		<i>Simulium</i> sp.	126	105	
	<i>Penturoperla barbata</i>	NR	7		<i>Molophilus</i> sp.	10	106	
	<i>Ceratoperla cf. schwabei</i>	NR	3		Ceratopogonidae	8	46	
	<i>Udamocercia</i> sp.	6	NR		Chironomidae	148	173	
	Hydrobiosidae	7	9		Libellulidae	1	1	
	<i>Cailloma</i> sp.	NR	1		Odonata	<i>Aeshna</i> sp.	14	2
	<i>Austrotinodes</i> sp.	1	2		Anisoptera	1	NR	
	Trichoptera	<i>Smicridea</i> sp1.	35		86	<i>Murphyella needhami</i>	98	17
<i>Smicridea</i> sp2.		57	8	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	379	1079	
<i>Smicridea</i> sp3.		3	9	Baetidae	9	24		
Hydroptilidae		NR	1	Elmidae larva	44	60		
Leptoceridae indet.		2	NR	Coleoptera	Scirtidae?	3	NR	
<i>Nectopsyche</i> sp.		2	NR	Psephenidae	NR	59		
<i>Oecetis</i> sp.		2	3	Acarina	Hydracarina	1	NR	
<i>Tripletides</i> sp.		NR	6	Turbellaria	Planariidae	1	8	
<i>Parasericostoma</i> sp.		5	13	Mollusca	<i>Chilina ampullacea</i>	NR	3	
<i>Marilia</i> sp.		NR	3	Mollusca	<i>Littoridina</i> sp.	NR	15	
<i>Dolophilodes</i> sp.		34	261	Mollusca	<i>Pisidium chilense</i>	NR	1	
<i>Anomalopsyche</i> sp.	15	NR	Annelida	Oligochaeta	243	94		
<i>Mastigoptila</i> sp.	NR	27	Annelida	<i>Hyaella</i> sp.	14	1		
<i>Phylloicus</i> sp.	7	13	Crustacea	<i>Aegla bahamondei</i>	NR	30		
<i>Eosericostoma</i> sp.	5	NR	Crustacea	<i>Aegla cholchol</i>	NR	2		
Collembola	2	NR	Crustacea	<i>Aegla manni</i>	NR	2		
Nematodo	NR	27	Lepidoptera	Piridae	2	2		
			Arachnida		1	4		
<b>Número Total de Macroinvertebrados</b>					<b>1618</b>	<b>3234</b>		
<b>Número Total de Taxones</b>					<b>46</b>	<b>54</b>		

AVE = Arroyo con Vegetación Exótica, AVN = Arroyo con Vegetación Nativa, NR = No Registrado.



**Fig. 3.** Número total de organismos registrados en arroyos contrastantes de la Reserva Costera Valdiviana, sur de Chile en noviembre de 2005. **AVE** = Arroyo con Vegetación Exótica, **AVN** = Arroyo con Vegetación Nativa

**Tabla 2.** Comparación de los macroinvertebrados presentes en arroyos de la Reserva Costera Valdiviana con diferente tipo de vegetación ribereña a través de ANOVA. Se muestran sólo los resultados significativos ( $P < 0.05$ ).

Taxón	Effect	SS	MS	F (1,18)	P
<i>Klapopteryx armillata</i>	Hábitat	6.333	6.333	13.292	0.0018
	Error	8.576	0.476		
<i>Penturoperla</i> sp.	Hábitat	0.749	0.749	5.205	0.0349
	Error	2.591	0.143		
<i>Molophilus</i> sp.	Hábitat	11.468	11.468	25.983	< 0.001
	Error	7.944	0.441		
Ceratopogonidae	Hábitat	4.059	4.059	7.583	0.0130
	Error	9.635	0.535		
<i>Murphyella needhami</i>	Hábitat	5.266	5.266	5.167	0.0354
	Error	18.345	1.019		
Leptophlebiidae	Hábitat	16.147	16.147	14.983	0.0011
	Error	19.399	1.077		
Psephenidae	Hábitat	14.488	14.488	43.406	< 0.001
	Error	6.008	0.333		
<i>Anomalopsyche</i> sp.	Hábitat	1.689	1.689	4.761	0.0425
	Error	6.385	0.354		
<i>Eosericostoma</i> sp.	Hábitat	0.617	0.617	7.280	0.0147
	Error	1.526	0.084		
<i>Smicridea</i> spp.	Hábitat	4.103	4.103	4.589	0.0461
	Error	16.094	0.894		
<i>Dolophilodes</i> sp.	Hábitat	13.203	13.203	10.766	0.0041
	Error	22.075	1.226		

**Discusión.** La comunidad de macroinvertebrados exhibió distintos patrones faunísticos en relación con el tipo de hábitat. Schulze & Walker (1997) en Australia, no encontraron tales patrones solamente pequeñas diferencias en la composición y diversidad de ensamblajes de invertebrados asociados a arroyos con tres especies de sauce (*Salix* spp., exótico) y tres de eucaliptos (*Eucalyptus* spp., nativo); sin embargo, sus estudios también observaron la descomposición de las hojas por invertebrados y bacterias, aspectos no examinados en el presente estudio. Balci & Kennedy (2003) estudiaron comunidades de macroinvertebrados que habitan en macrófitas acuáticas exóticas (*Myriophyllum spicatum*) y nativas (*Heteranthera dubia*) y encontraron que aunque la riqueza taxonómica no varió entre los dos tipos de plantas, la biomasa fue significativamente diferente. Estudios en Chile (Campos *et al.* 1984, Valdovinos 2001, Figueroa *et al.* 2003), los cuales han examinado la comunidad bentónica en relación con un amplio rango de tamaño de partícula y bioindicación, con-

firman los hallazgos de este estudio; es decir, la comunidad de invertebrados bentónicos difiere en relación con el tipo de sustrato suministrado por la vegetación ribereña.

A escala geográfica, las diferencias en la estructura y funcionamiento de las comunidades de ríos o arroyos está asociada con diferencias en la comunidad vegetal terrestre adyacente a éstos sistemas lóticos (Wiggins & Mackay 1978). Sin embargo, las diferencias a nivel local no son del todo claras. La vegetación ribereña suministra una fuente importante de alimento para muchos invertebrados de arroyos, y diferencias en la cantidad y calidad del detritus generan cambios en la estructura de la comunidad. En particular, las hojas que se descomponen a diferente velocidad y varían en composición química, pueden afectar las tasas de crecimiento y producción secundaria de invertebrados bentónicos (Linklater & Winterbourn 1993).

Es posible que las diferencias encontradas en los arroyos evaluados, estén determinadas por las tasas de procesamiento del material alóctono que resultan de la actividad o la presencia de diferentes grupos alimentarios funcionales (filtradores, raspadores, ramoneadores, herbívoros, entre otros.), que colonizan los diferentes sustratos. Esto podría simplemente reflejar diferentes patrones de alimentación de los macroinvertebrados o diferentes mecanismos de caída de hojas desde el bosque ribereño, una situación que se evidencia durante el otoño para las especies deciduas. También es posible, que las propiedades químicas de las hojas de *Eucalyptus* sp. reduzcan el consumo por ramoneo de ciertos plecópteros, tricópteros y anfípodos (Gregory *et al.* 1991).

Cada uno de los dos arroyos tuvo una estructura comunitaria particular, determinada fundamentalmente por la geomorfología local, parámetros físicos relacionados y de acuerdo con nuestros hallazgos, por la vegetación ribereña.

La zona ribereña ha sido descrita como un aspecto clave dentro del paisaje fluvial y dentro de las alternativas de restauración ecológica. Si ésta es altamente cubierta por vegetación o muy denudada tiene un profundo efecto sobre la estabilidad y productividad de los arroyos (Glova & Sagar 1994).

Estudios comparativos de la estructura y función de macroinvertebrados acuáticos de varias cuencas de drenaje dentro de la misma región, pueden revelar variabilidad en relación con la distribución de las especies y de los factores ambientales (Wohl *et al.* 1995). Tales hallazgos indican que sobre la limitada escala espacio-temporal evaluada aquí, los tipos de hábitat mantienen su integridad funcional.

Las hojas que caen de la zona ribereña o transferidas desde el bosque por escorrentía, son consumidas por algunos insectos acuáticos como plecópteros (Yoshimura & Maeto 2004) y algunos restos de hojas son utilizadas por ciertos tricópteros para construir sus casas (Pidgeon & Cairns 1981, Giller & Malmqvist 1998). Algunos organismos, pueden ser sensibles a cambios en la vegetación ribereña (especialmente tricópteros) según lo observado en el presente estudio (Tabla 2).

En estudios previos en Chile, se había observado (*e.g.*, Valdovinos 2001) que arroyos con vegetación nativa en la Región de Los Lagos, registraron mayor abundancia y diversidad que sus exóticos contrapartes. Es posible indicar que AVN tienen una mayor diversidad de hábitats, lo que facilita la colonización y el establecimiento del bentos. En ambientes boscosos del Este de Norte América, se encontró significativamente más hábitats bénticos por unidad de canal que en ambientes deforestados (Sweeney *et al.* 2004).

Finalmente, los resultados sugieren que la vegetación ribereña de diferente origen ejerce una notable influencia en la composición y abun-

dancia del macrozoobentos (Fig. 3). Existe evidencia que la vegetación ribereña es importante en la retención de sedimentos (Winterbourn 1982), mantenimiento de temperaturas idóneas para el desarrollo de ciertas especies, suministro de cobertura para peces y alimento para detritívoros (Glova & Sagar 1994). Nuestros resultados también sugieren que los procesos dinámicos en ambientes lóticos de la Reserva Costera Valdiviana, son regulados por la interacción entre el tipo de bosque, la cantidad de hojarasca y material leñoso grueso que deriva finalmente hacia los arroyos y la disponibilidad de invertebrados herbívoros-detritívoros. Existen otros elementos claves en la descomposición de la materia orgánica dentro de arroyos, como bacterias y hongos, los cuales se deberían analizar en futuros proyectos sobre producción secundaria en cuencas y estudios a nivel ecológico o de restauración.

El uso de diferentes tipos de arroyos para evaluar la estructura comunitaria de macroinvertebrados, suministra información importante sobre el funcionamiento de estos en zonas costeras del sur de Chile. Tanto el número como la clase de invertebrados, difieren entre los tipos de arroyos como se observó en el patrón de abundancia y "diversidad" (Tabla 1). El mosaico heterogéneo detectado en algunos arroyos de la Reserva Costera Valdiviana podría revelar el funcionamiento de otros sistemas fluviales costeros en Chile.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por FORECOS - UACH. El primer autor agradece a la Universidad Austral de Chile por la beca de doctorado MECESUP (UCO0214) y por el apoyo brindado para realizar esta investigación. De manera especial, agradecemos a Alfredo Almonacid (Administrador de la Reserva Costera Valdiviana) por permitir el ingreso y el desarrollo del presente estudio.

### LITERATURA CITADA

- BALCI, P. & J. H. KENNEDY. 2003. Comparison of Chironomids and other Macroinvertebrates Associated with *Myriophyllum spicatum* and *Heteranthera dubia*. *Journal of Freshwater Ecology* 18(2): 235-247.
- CAMPOS, H.; J., ARENAS; C., JARA; T., GONSER & R., PRINS. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). *Medio Ambiente* 7(1): 52-64.
- ELLIOTT, J. M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biological Association, scientific publication no. 25*.
- FIGUEROA, R.; C., VALDOVINOS; E., ARAYA & O., PARRA. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 275-285.
- GILLER, P. S. & B. MALMQVIST. 1998. The biology of stream and rivers. *Biology of habitats*. Oxford.
- GLOVA, G. J. & P. M., SAGAR. 1994. Comparison of fish and macroinvertebrate standing stocks in relation to riparian willows (*Salix* spp.) in three New Zealand streams. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 28: 255-266.
- GREGORY, S. V.; F. J., SWANSON; W. A., MCKEE & K. W., CUMMINS. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience* 41: 540-551.
- LINKLATER, W. & M. J., WINTERBOURN. 1993. Life histories and production of two trichopteran shredders in New Zealand streams with different riparian vegetation. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 27: 61-70.
- PIDGEON, R. W. J. & S. C., CAIRNS. 1981. Decomposition and colonisation by inver-

- tebrates of native and exotic leaf material in a small stream in New England (Australia). *Hydrobiologia* 77: 113-127.
- PLISCOFF, P.; D., TECKLIN; A., FARÍAS & J., SÁEZ. 2005. Análisis de paisaje de conservación para la Cordillera de la Costa de la Región de los Lagos. WWF-Chile, Programa Ecoregión Valdiviana y Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Valdivia, Chile.
- ROUNICK, J. S. & M. J., WINTERBOURN. 1982. Benthic faunas of forested streams and suggestions for their management. *New Zealand Journal of Ecology* 5: 140-150.
- SCHULZE, D. J. & K. F., WALKER. 1997. Riparian eucalypts and willows and their significance for aquatic invertebrates in the river Murray, South Australia. *Regulated Rivers: Research & Management* 13: 557-577.
- SMITH-RAMÍREZ, C. 2004. The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. *Biodiversity and Conservation* 13: 373-393.
- SMITH-RAMÍREZ, C.; J. J., ARMESTO & C., VALDOVINOS. 2005. *Historia, Biodiversidad y Ecología de los bosques costeros de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago-Chile.
- STATSOFT, INC. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- SWEENEY, B. W.; T. L., BOTT; J. K., JACKSON; L. A., KAPLAN; J. D., NEWBOLD; L. J., STANDLEY; W. C., HESSON & R. J., HORWITZ. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *PNAS* 101(39): 14132-14137. Freely available online through [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0405895101](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0405895101)
- VALDOVINOS, C. 2001. Riparian leaf litter processing by benthic macroinvertebrates in a woodland stream of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 445-453.
- WIGGINS, G. B. & R. J., MACKAY. 1978. Some relationships between systematics and trophic ecology in Nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. *Ecology* 59: 1211-1220.
- WINTERBOURN, M. J. 1982. The invertebrate fauna of a forest stream and its association with fine particulate matter. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 16: 271-281.
- WOHL, D. L.; J. B., WALLACE & J. L., MEYER. 1995. Benthic macroinvertebrate community structure, function and production with respect to habitat type, reach and drainage basin in the southern Appalachians (U.S.A.). *Freshwater Biology* 34: 447-464.
- YOSHIMURA, M. & K., MAETO. 2004. Comparison of sampling methods for aquatic insect indicators of forest condition in terms of collection efficiency. *Bulletin of FFPRI* 3: 213 – 219.