

HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 7 (2) | 2017/99-106

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE AMBIENTES LÓTICOS ASOCIADOS A FRAGMENTOS DE BOSQUE NATIVO EN PURRANQUE, REGIÓN DE LOS LAGOS, SUR DE CHILE

Benthic macroinvertebrates in lotic environments associated to fragments of native forest in Purranque, Los Lagos region, South of Chile

Julio E. Crespo^{1,2} y Jaime R. Rau¹

¹Depto. Ciencias Biológicas & Biodiversidad y Programa IBAM, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno, Chile. jcrespo@ulagos.cl

²Universidad de Energía y Medio Ambiente (UEMA), Valladolid, España.

AZARA
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL



Universidad Maimónides

Resumen. Este trabajo entrega la composición taxonómica de macroinvertebrados de dos cursos de agua asociados a fragmentos de bosque nativo y la calidad de estas aguas usando el Índice Biótico de Familias (IBF). Se identificaron un total de 20 familias pertenecientes a 13 órdenes. El IBF mostró que la calidad del agua en las tres estaciones analizadas (invierno, primavera y verano) estaba dentro de la categoría III, es decir, aguas de buena calidad. El índice de Morisita mostró mayor similitud comunitaria entre las estaciones de invierno-verano (81%), que primavera-verano (68%) o invierno-primavera (58%). Los resultados sugieren que el IBF es un buen indicador para el monitoreo y evaluación de calidad de las aguas en el sur de Chile.

Palabras clave. Macroinvertebrados bentónicos, Índice Biótico de Familias, calidad de agua, Chile.

Abstract. This paper presents the taxonomic composition of the macroinvertebrates of two watercourses associated with fragments of native forest and the quality waters using the Family Biotic Index (FBI). We identified a total of 20 families belonging to 13 orders. The FBI showed a good quality of the watercourses (category III) during the three seasons analyzed (winter, spring and summer). The Morisita index showed a high community similarity as compared of winter-summer seasons (81%), than spring-summer (68%) or winter-spring (58%) seasons. The results obtained suggest that the FBI is an appropriate indicator for monitoring and evaluation the water quality in southern Chile.

Key words. Benthic macro-invertebrates, Family Biotic Index, water quality, Chile.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ecológicos están sujetos a cambios continuos en el número y tipo de especies que los componen (Gaxiola et al., 2014). Los sistemas acuáticos que proveen recursos vitales para el ser humano (Strayer y Dudgeon, 2010) requieren un conocimiento sobre diversos métodos de estudio y monitoreo (Figuerola et al., 2005, 2007). Al respecto, preservar la integridad biológica del agua a nivel global es un imperativo ineludible (Holland et al., 2012), y en este contexto, dentro de la fauna que habita estos ambientes, los macroinvertebrados acuáticos constituyen un grupo útil para la evaluación de la calidad de las aguas dada su heterogeneidad y singularidades (Fierro et al., 2012), como también en su distribución geográfica, relevancia en estudios biogeográficos (Edgar et al., 1999) y su gran utilidad como indicadores biológicos dada su alta diversidad y endemismos (Ramírez-Macías et al., 2012). Aunque el conocimiento de este grupo de organismos ha ido aumentando en Chile, desconocemos las potenciales respuestas de esta fauna en relación a los diferentes procesos de fragmentación de hábitat, cambios graduales en la calidad de la cobertura vegetal y el reemplazo del bosque nativo por monocultivos forestales. Por ende, no puede descartarse que las diferencias en variables tales como calidad y cantidad de materia orgánica depositada en los cursos de agua, diferencias en los procesos de precipitación-escorrentía, y en el ciclo hídrico en general, pueden tener alguna implicancia en los parámetros comunitarios de estos organismos (Valdovinos, 2001). Este trabajo tiene como objetivo conocer la composición taxonómica de macroinvertebrados en dos cursos de agua asociados a fragmentos de selva valdiviana en el sur de Chile me-

dante la aplicación del Índice Biótico de Familia -IBF- (Hilsenhoff, 1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se recolectaron muestras de macroinvertebrados acuáticos en dos cursos de agua asociados a dos fragmentos de bosque nativo cuyos tamaños fueron de 80 y 110 ha, respectivamente, con una distancia promedio entre éstos de 4 km. Ambos fragmentos están emplazados en el predio Los Riscos (Nativo 1: 40°53'20" S; 73°27'4,5" O y Nativo 2: 40°53'21" S y 73°27'4,2" O) de la Empresa Forestal Anchile, comuna de Purranque, sur de Chile. Según Pincheira-Ulbrich et al. (2009) esta zona se caracteriza por presentar fragmentos de bosque siempreverde y de *Nothofagus* spp., y también plantaciones de *Eucalyptus* spp. en una topografía ondulada (220 a 310 msnm) situada en un área de transición entre la Depresión Central y la Cordillera de la Costa de Chile.

Muestreo y análisis

Los macroinvertebrados fueron muestreados en dos puntos por curso de agua e incluyeron dos colectas en las estaciones de invierno, primavera y verano para observar variaciones estacionales en la diversidad de macroinvertebrados. Las muestras fueron obtenidas con una red Surber de 0,09 m², conservadas en etanol al 70%, e identificadas hasta nivel de familia usando lupa estereoscópica. Para la identificación fueron usadas las claves taxonómicas de Domínguez y Fernández (2009) y Palma (2013). La calidad de las aguas fue estimada mediante

el Índice Biótico de Familias (IBF) que varía entre las clases I (excelente) a VII (muy mala). Este índice fue utilizado debido a que requiere una baja resolución taxonómica y presenta buenas correlaciones con factores ambientales estresantes (Figuroa *et al.*, 2003). Para calcular el IBF, los macroinvertebrados fueron agrupados por familias, y se les asignó el puntaje de tolerancia ambiental sugerido por Hauer & Lamberti (1996). Como una forma de estimar el grado de similitud entre los ensamblajes de macroinvertebrados durante cada estación, se consideró a la familia como el nivel taxonómico más fino, y se utilizó un análisis de conglomerados obtenido a partir del índice de similitud de Morisita (Brower *et al.*, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 20 familias pertenecientes a 13 órdenes (Tabla 1) que corresponde casi al 20% de las familias registradas para los ríos de Chile (Figuroa, 2004) y un 80% correspondió a estados inmaduros de insectos acuáticos con metamorfosis incompleta que permanecen gran parte de su vida en etapa subacuática, presentándose algunos casos con procesos metamórficos lentos que los condicionan para estar en estado inmaduro de uno a tres años (e.g. Plecoptera). Los órdenes mejor representados en número de familias fueron Plecoptera, Coleoptera y Diptera, y los taxa observados en todas las estaciones fueron Leptophlebiidae, Leptoceridae, Aeglidae, Hyalellidae, Sphaeriidae y Tubificidae (Tabla 1). Ocho familias se registraron sólo en una estación del año, acumulándose el 75% de estos registros en la estación de verano. Los resultados del IBF indicaron que la calidad de los cursos de agua en todas las estaciones correspondió

a la categoría III según Hauer & Lamberti (1996), es decir, aguas de buena calidad. Las variaciones en el aumento del IBF desde invierno (4,73) a verano (4,80) no fueron estadísticamente significativas (g.l.=2, F=0,001, p=0,99). Los resultados sugieren una buena calidad de los cursos de agua, particularmente por la presencia de taxa sensibles y moderadamente sensibles tales como Diamphipnoidae, Grypopterygidae, Austroperlidae y una familia de Ephemeroptera; los cuales tienden a desarrollarse en ambientes que van de prístinos a relativamente prístinos, quedando excluidos aquellos con mayor intervención antrópica. El índice de Morisita mostró mayor similitud comunitaria entre las estaciones de invierno vs verano (81%) que entre primavera vs verano (68%) o invierno vs primavera (58%). Según Bradt *et al.* (1999) estas fluctuaciones de las comunidades de macroinvertebrados en ambientes acuáticos prístinos podría ocurrir naturalmente como una respuesta a las variaciones en las condiciones ambientales o como una respuesta de persistencia en los organismos (e.g., adaptaciones fisiológicas, Milner *et al.*, 2006). Este estudio sugiere que las comunidades estudiadas tienden a permanecer en el tiempo, no afectando significativamente el recambio de familias en función de la estacionalidad. Dada que la estructura comunitaria de estos organismos podría estar determinada por el detritus foliar procedente de áreas riparianas -una importante fuente de alimento para los macroinvertebrados acuáticos- es esperable entonces que en el bosque nativo se genere un mayor aporte de materia orgánica (Valdovinos, 2001) y altamente probable que se favorezca la co-existencia de distintos grupos funcionales, como los del tipo filtrador (familias Tubificidae, Dugessidae y Sphaeriidae) y detritívoros.

La presencia de estos organismos puede explicarse debido a que existen sectores de la microcuenca que son usados en actividades agrícolas, lo cual significa un posible transporte de material particulado desde zonas más altas que se depositan en sectores interiores de los fragmentos.

Diferentes estudios han mostrado la utilidad del análisis de los parámetros comunitarios e índices bióticos usando macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de las aguas (Barba-Álvarez *et al.*, 2013; Roldán-Pérez, 2016). Al respecto, Córdova *et al.* (2009) evaluaron la calidad de las aguas del estero Limache en la V región de Valparaíso (Chile central) que varió de zonas con buena calidad de aguas a otras más alteradas debido a la actividad agrícola y la descarga de efluentes en el área. El trabajo de Figueroa (2004) mostró similares resultados para la cuenca hidrográfica del río Chillán (VIII región del Bío Bío), cuyas aguas fueron disminuyendo en calidad desde la parte alta de la cuenca (muy buena o buena calidad) a la zona urbana de la ciudad de Chillán en la cual la calidad de las aguas fue mala. En cambio, Ramos (2008) estudió los ríos precordilleranos Peuco y Canelo en la IX región de la Araucanía y reportó que la calidad de las aguas varió de regular (IBF 5.55) a muy mala (IBF 7,88) debido a los efluentes de las pisciculturas de la zona; mientras que en la cuenca del Río Boroa en la zona costera de la misma región la calidad de las aguas varió de excelente (IBF < 3.5) a buena (IBF 4.51-5.50) según Fierro *et al.* (2012). El estudio de Figueroa *et al.* (2003) mostró que la cuenca del río Damas (X región de Los Lagos) se encontraba altamente modificada y sometida a distintas presiones de uso que incidían en la mala calidad de sus aguas debido a la intensa actividad agrícola y ganadera. Posteriormente, fue do-

cumentada la recuperación parcial de este sistema fluvial -considerando la composición del ensamble de macroinvertebrados y la calidad biológica de sus aguas- debido probablemente al cumplimiento paulatino de las normas de emisión establecidas por las autoridades (Ramírez-Macías *et al.*, 2012).

El estudio de Miserendino (2001) en cuatro biozonas diferentes de la Ecoregión Patagónica mostró que la distribución de las comunidades de macroinvertebrados sería explicada por la heterogeneidad del hábitat. Luego, Miserendino y Pizzolón (2003) estudiando el sistema fluvial Azul-Quemquemtreu en el bosque subantártico de la Patagonia Argentina concluyeron que las variables físicas (*i.e.* tamaño del sustrato, velocidad de la corriente) y químicas (alcalinidad y conductividad) tendrían también un efecto sobre la riqueza de especies de los macroinvertebrados. Los estudios de Gualdoni y Oberto (2012) en la cuenca endorreica Achiras-del Gato en Córdoba señalaron que intervenciones antrópicas del ecosistema tales como la construcción de presas explicaría también la distribución de las comunidades de macroinvertebrados. Otros estudios, han permitido avanzar en el conocimiento de estos taxa en turberas de la Patagonia Chilena-Argentina (Mercado, 2004) y recientemente, en los mallines patagónicos al sudoeste de la Provincia de Río Negro (Argentina) en los cuales se evaluó la vulnerabilidad de dichos ecosistemas, con la finalidad de entender el rol de los macroinvertebrados como potenciales bioindicadores ante los disturbios antrópicos en la zona (Macchi, 2017). A modo de conclusión, podemos señalar que el índice biótico de familias (IBF) es un buen indicador para evaluar la calidad de las aguas y una herramienta útil para estudios sobre la dispersión de

la fauna bentónica dulceacuícola en distintas áreas geográficas; considerando que los macroinvertebrados constituirían un

grupo de organismos clave considerados en los hotspots de biodiversidad de interés mundial (Valdovinos, 2008).

Tabla 1 - Listado taxonómico de macroinvertebrados bentónicos registrados en cursos de agua de Los Riscos (Chile) e Índice Biótico por Familias (IBF) según estación. Referencias: #: Basado en Figueroa *et al.* (2007); *: IBF cero según Hauer y Lamberti (1996); **: Grupo 'raro' no asignado a una clase de calidad (Figueroa, 2004); n/o: no se observaron ejemplares.

Phylum	Orden	Familia	Índice Biótico por Familia			Valor de tolerancia#
			Invierno	Primavera	Verano	
Arthropoda	Plecoptera	Diamphipnoidae*	0	n/o	0	0
		Gripopterygiidae	0.02	0.05	n/o	1
		Austroperlidae	0.02	n/o	n/o	1
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1.02	2.57	1.02	2
	Coleoptera	Hydrophilidae	n/o	n/o	0.06	3
		Elmidae	n/o	n/o	0.06	4
		Psephenidae	n/o	n/o	0.06	4
	Trichoptera	Leptoceridae	0.34	0.19	0.15	4
	Megaloptera	Sialidae	n/o	n/o	0.08	4
	Odonata	Libellulidae	0.38	n/o	0.55	9
	Diptera	Simuliidae	0.13	n/o	0.09	6
		Tipulidae	n/o	0.43	0.37	3
		Chironomidae	n/o	0.33	0.43	7
	Neuroptera	Osmylidae	0.13	n/o	n/o	**
	Decapoda	Aeglidae	0.13	0.29	0.09	3
Parastacidae		0.26	n/o	0.18	6	
Amphipoda	Hyalellidae	0.85	0.19	0.92	8	
Mollusca	Veneroida	Sphaeriidae	0.17	0.38	0.49	8
Platyhelminthes	Tricladida	Dugesidae	0.09	n/o	n/o	4
Annelida	Haplotaxida	Tubificidae	1.19	0.38	0.25	8
IBF por estación			4.73	4.81	4.80	

BIBLIOGRAFÍA

Barba-Álvarez, R., De la Lanza-Espino, G., Contreras-Ramos, A. y González-Mora, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en

México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 381-383.
 Bradt P., Urban, M., Goodman, N., Bissell, S. y Spiegel, I. (1999). Stability and resilience in benthic

- macroinvertebrate assemblages. *Hydrobiologia*, 403, 123-133.
- Brower, J., Zar, J. y Von Ende, C. (1998). *Field and laboratory methods for ecology*, Columbus, USA, WCB McGraw-Hill.
- Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F. y Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(2), 199-209.
- Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, Tucumán, Argentina, Fundación Miguel Lillo.
- Edgar, G.J., Barrett, N.S. y Last P.R. (1999). The distribution of macroinvertebrates and fishes in Tasmanian estuaries. *Journal of Biogeography*, 26, 1169-1189.
- Fierro, P., Bertrán, C., Mercado, M., Peña-Cortés, F., Tapia, J., Hauenstein, E. y Vargas-Chacoff, L. (2012). Benthic macroinvertebrates assemblages as indicators of water quality applying a modified biotic index in a spatio-seasonal context in a coastal basin of Southern Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47(1), 23-33.
- Figueroa, R. (2004). *Calidad ambiental de la cuenca hidrográfica del río Chillán, VIII Región, Chile*. Universidad de Málaga, España.
- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. y Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 275-285.
- Figueroa, R., Ruiz, V.H., Encina-Montoya, F. y Palma, A. (2005). Simplificación en el uso de macroinvertebrados en la evaluación de la calidad de las aguas en sistemas fluviales. *Interciencia*, 30(12), 770-774.
- Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V., Niell, X. (2007). Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80, 225-242.
- Gaxiola, A., Celis-Diez, J.L., Rozzi, R. y Gutierrez, J. (2014). Estudios socio-ecológicos de largo plazo en los sitios fundadores de la red LTSER-Chile: desafíos y oportunidades para el futuro. *Bosque*, 35(3), 421-428.
- Gualdoni, C.M. y Oberto, A.M. (2012). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. *Iheringia, Série Zoológica*, 102(2), 177-186.
- Hauer, F. y Lamberti, G. (1996). *Methods in stream ecology*, New York, USA, Academic Press.
- Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, 7, 65-68.
- Holland, R.A., Darwall, W.R.T. y Smith, K.G. (2012). Conservation priorities for freshwater biodiversity: The key biodiversity area approach refined and tested for continental Africa. *Biological Conservation*, 148, 167-179.
- Macchi, P.A. (2017). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores ecológicos de cambios en el uso del suelo en mallines del sudoeste de la Provincia de Río Negro*. Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Mercado, M. (2004). Macroinvertebrados de turberas australes (Tierra del Fuego). En Blanco, D. E. y de la Balze, V. M. (Eds). *Los Turbales de la Patagonia* (pp. 119-126). Buenos Aires, Argentina: Wetlands International Publications.
- Milner, A., Conn, S. y Brown, L. (2006). Persistence and stability of macroinvertebrate communities in streams of Denali National Park, Alaska: implications for biological monitoring. *Freshwater Biology*, 51, 373-387.
- Miserendino, M.L. (2001). Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. *Hydrobiologia*, 444, 147-158.
- Miserendino, M.L. y Pizzolón, L.A. (2003). Distribution of macroinvertebrates assemblages in the Azul-Quemquemtreu river basin, Patagonia, Argentina. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37, 525-539.
- Palma, A. (2013). *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*, Santiago, Chile.
- Pincheira-Ulbrich, J., Rau, J.R. y Peña-Cortés, F. (2009). Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 78, 121-128.
- Ramírez-Macias, I., Figueroa, R. y Rau, J. (2012). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua. Río Damas, Sur de Chile: 1998-2008*. Editorial Académica Española.
- Ramos, P. (2008). *Efecto de efluentes de pisciculturas sobre la estructura de la comunidad bentónica en ríos de la novena región de la Araucanía*. Universidad Austral de Chile.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados

- como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.
- Strayer, D.L. y Dudgeon, D. (2010). Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of North American Benthological Society*, 29(1), 344-358.
- 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.
- Valdovinos, C. (2008). Invertebrados dulceacuícolas. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos* (pp. 202-222). Santiago de Chile, Chile: Ocho Libros Editores.

Recibido: 05/07/2017 - Aceptado: 29/09/2017 - Publicado: 29/12/2017