

Importancia de la conservación de ríos tributarios de cabecera como fuente de biodiversidad: río Lía (Santa Juana, región del Biobío, Chile)

M. Soria^{1,2,*}, M.E. Díaz³, M. Beltrán⁴, R. Figueroa⁴

(1) Freshwater and Ecology Management (FEM) Research Group, Dept. Biología Evolutiva, Ecología i Ciències Ambientals, Secció Ecologia, Universitat de Barcelona, Diagonal 643, 08028, Barcelona, España.

(2) Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

(3) Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad Católica de Temuco, Rudecindo Ortega 02950, Temuco, Chile

(4) Facultad de Ciencias Ambientales y Centro Investigación EULA-Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

* Autor de correspondencia: M. Soria [mariasoriaextremera@gmail.com]

> Recibido el 27 de junio de 2019 - Aceptado el 25 de octubre de 2019

Soria, M., Díaz, M.E., Beltrán, M., Figueroa, R. 2019. Importancia de la conservación de ríos tributarios de cabecera como fuente de biodiversidad: río Lía (Santa Juana, región del Biobío, Chile). *Ecosistemas* 28(3):208-212. Doi.: 10.7818/ECOS.1797

Los ríos mediterráneos se encuentran entre los que reportan mayores pérdidas de biodiversidad en el mundo. En Chile, se han realizado esfuerzos por conocer y proteger estos ecosistemas, pero aún quedan muchos ríos sin estudiar. Este trabajo realiza una breve caracterización de la calidad biológica, fisicoquímica e hidromorfológica del río Lía. Los resultados mostraron que existe una mayor biodiversidad y calidad del agua y el bosque de ribera en los puntos de cabecera. Para mejorar el equilibrio entre el uso de los recursos hídricos y el mantenimiento de estos ecosistemas, se deberían proponer medidas de conservación para la cabecera de dicho río.

Palabras clave: bioindicadores; calidad biológica; hidromorfología; macroinvertebrados; riqueza

Soria, M., Díaz, M.E., Beltrán, M., Figueroa, R. 2019. Importance of headwater streams conservation as a source of biodiversity: Lía river (Santa Juana, Biobío region, Chile). *Ecosistemas* 28(3):208-212. Doi.: 10.7818/ECOS.1797

Mediterranean rivers are one of the most threatened ecosystems worldwide. In Chile, there have been efforts to understand and protect these ecosystems, but there are still many uncharacterized rivers. The aim of this study was to characterize the biological, physicochemical and hydromorphological quality of Lía river. Results showed that biodiversity, as well as water and forest quality, was better in the headstream. Thus, to improve the maintenance of these ecosystems, conservation measures should be proposed for the headstream area of the Lía river.

Key words: bioindicators; biological quality; hydromorphology; macroinvertebrate; richness

Los ríos mediterráneos se encuentran entre los que reportan mayores pérdidas de biodiversidad del mundo, puesto que reciben una gran variedad de perturbaciones de origen natural (p.ej. sequías, inundaciones) y antrópico (p.ej. extracción de agua, especies invasoras, cambios en el uso del suelo) (Bonada y Resh 2013). En el caso de Chile, en las regiones con clima de tipo Mediterráneo (entre Coquimbo y Biobío), se concentra la mayor parte de la población, por lo que se intensifican las presiones relacionadas con el uso del suelo y la competitividad por los recursos hídricos (Figueroa et al. 2013; Fierro et al. 2019). Estas modificaciones del hábitat podrían suponer una pérdida importante de biodiversidad local, por lo que sería interesante identificar y conservar aquellos ríos que presentan concentraciones excepcionales de especies endémicas (Myers et al. 2000). Este es el caso de los ríos mediterráneos de Chile que, al ofrecer altos niveles de endemismo, han sido identificados como "hotspot" de biodiversidad (Myers et al. 2000; Figueroa et al. 2013). Así, los ríos tributarios de cabecera de la zona mediterránea de Chile podrían jugar un

importante papel en la conservación de la biodiversidad y la recolonización de tramos río abajo. No obstante, pocos han sido protegidos y aún quedan muchos sin caracterizar. Este trabajo pretende realizar una breve caracterización de la calidad biológica, fisicoquímica e hidromorfológica del río Lía, un importante afluente del río Biobío (Fig. 1).

Observaciones del río Lía

Dicho río tiene un flujo permanente, con una cuenca de 343.4 Km² (MA 2010) y un caudal medio de 24.2 m³/s. Se definieron cuatro puntos de muestreo a lo largo del río: alto (P1), medio (P2), bajo previo al camping (P3) y bajo próximo al camping (P4) (Fig. 1). Cada punto de muestreo abarcó 100m para incluir zonas con rápidos y pozas. En total se realizaron tres muestreos: diciembre del 2014, enero y marzo del 2015. En cada uno de los muestreos, se evaluó *in situ* la temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (mgO₂/l) y conductividad (mS/cm) del agua mediante una sonda multiparamétrica

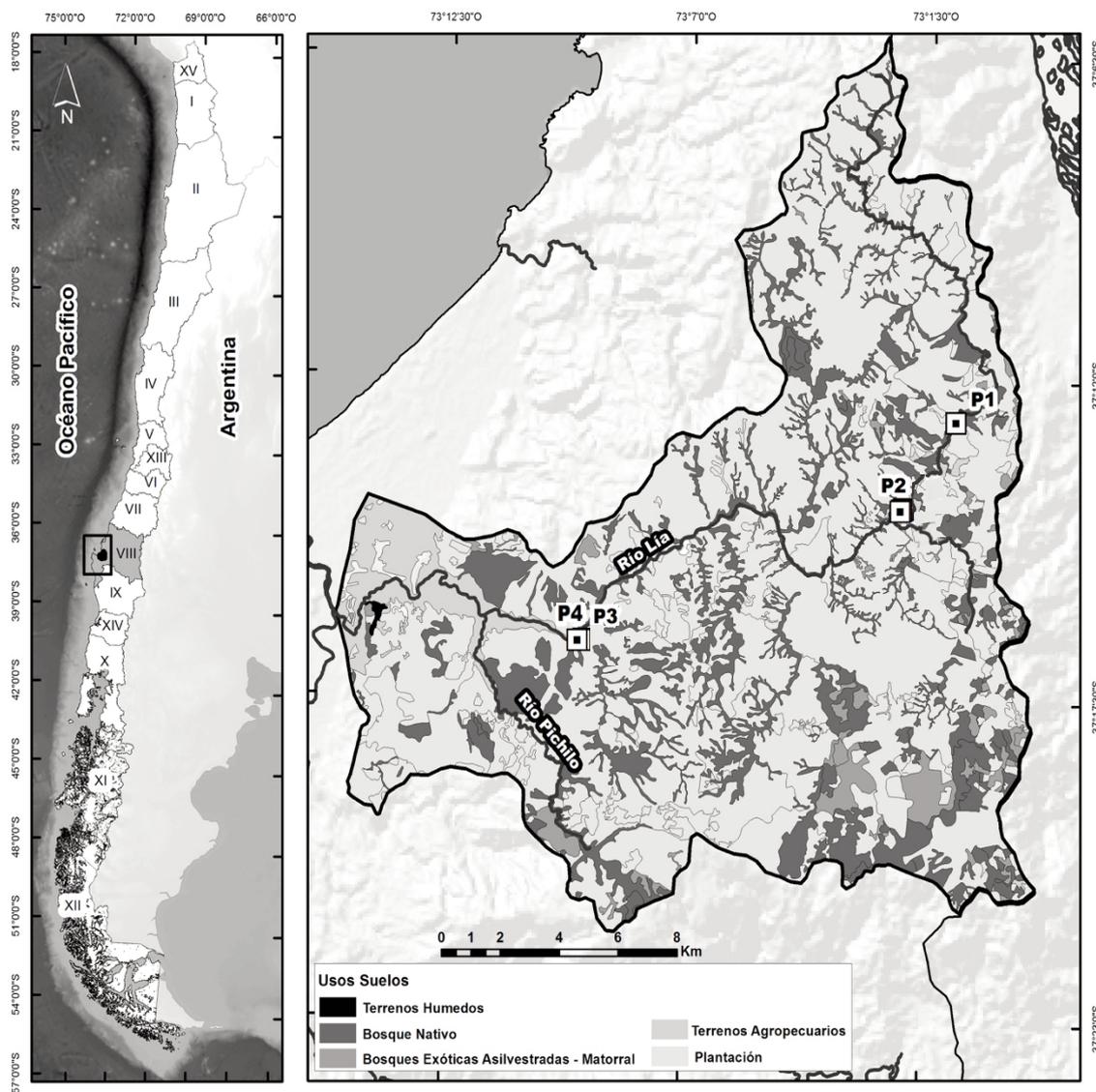


Figura 1. Localización general de los cuatro puntos de muestreo en Chile Central y usos del suelo de la cuenca del río Lía. El punto P4 está ubicado próximo a un camping. El río Lía nace en la quebrada Las Juncas y sus tributarios son los esteros Gullín, El Maipi y El Purgatorio. Cruza la Cordillera de la Costa y desemboca en el río Carampangue, comuna de Arauco.

Figure 1. Location of the four sampling sites in central Chile and land uses of the Lía river basin. Site P4 is next to a campsite. The source of the Lía river is in Las Juncas, and its tributaries are El Gullín, El Maipi and El Purgatorio. It rushes through the Cordillera de la Costa and discharge into the Carampangue river (Arauco).

(Hydrolab Quanta) (Tabla 1). Las muestras de macroinvertebrados se recolectaron en todos los micro-hábitats disponibles hasta no observarse nuevos taxones. Se utilizó una red de malla de 250 μm , fueron preservados en etanol al 70%, y contados e identificados en el laboratorio al nivel taxonómico más bajo posible. Para determinar la calidad biológica del río se aplicó el índice ChSIGNAL, el cual consiste en identificar las familias por segmento o estación de muestro y asignar un valor de tolerancia (Figuerola et al. 2007) (Tabla 1). Para la evaluación hidromorfológica del hábitat se utilizaron el índice de hábitat fluvial o IHF (Pardo et al. 2004) y el índice de calidad del bosque de ribera o QBR (Munné et al. 2003) (Tabla 1). Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa estadístico R freeware 3.3.2 (R Core Team 2015).

Se encontraron un total de 10 órdenes, 27 familias y 28 géneros. De estos 28 géneros, se identificaron tres Coleópteros, cinco Tricópteros, cinco Efemerópteros, nueve Plecópteros, tres Gasterópodos, un Decápodo, un Hemíptero y un Megalóptero (ver Tabla A1 en el Apéndice). Díptera y Odonata no se identificaron a nivel de género. Cinco géneros aparecieron en más del 50% de las muestras: *Andesiops*, *Austrelmis*, *Demoulinellus*, *Meridialaris* y *Ve-*

liometra. Los mayores valores de abundancia se observaron en diciembre en el punto P1 (aguas arriba del río), mientras que en marzo fueron mayores en el punto P3 (aguas abajo, previo al camping) (Fig. 2a y Fig. 2c), reflejando así el efecto de deriva que sufren las especies al ser desplazadas por la corriente (Finn et al. 2011). Para la riqueza, durante los tres períodos de muestro se encontraron mayores valores en el punto P1 (Fig. 2b y 2d). No obstante, cuando se aplicó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis, sólo se observaron diferencias significativas entre los puntos de muestro de los valores de riqueza (p -valor = 0.041) (Fig. 2d). En concreto, cuando se realizó un análisis post-hoc, se observaron diferencias significativas entre la riqueza de los puntos P1 y P4 (aguas abajo, ubicado junto al camping) (p -valor = 0.011).

Por otro lado, los resultados obtenidos del análisis BioEnv (Clarke y Ainsworth 1993) mostraron que la temperatura fue la variable ambiental que mejor explicó los cambios en las comunidades de macroinvertebrados ($p = 0.045$). Además, se observaron correlaciones entre los tres índices (ChSIGNAL, QBR y IHF) y los valores de riqueza (p Spearman > 0.70). Así, los cambios en temperatura y calidad del bosque de ribera (QBR) y del hábitat (IHF), podrían estar

Tabla 1. Valores observados de abundancia, riqueza, índice biológico ChSIGNAL, índice de Hábitat Fluvial (IHF), índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y variables ambientales evaluadas en los cuatro puntos de muestreo del río Lia durante los tres periodos de muestreo. Variables ambientales: pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y oxígeno (mg/l). Características ambientales de ChSIGNAL: bueno y moderadamente perturbado (clase II), regular y perturbado (clase III), malo y muy perturbado (clase IV). Rangos de calidad de IHF según la diversidad de los hábitats: muy alta (>90), alta (71-90), media (50-70), baja (31-49), muy baja (<30). Rangos de calidad QBR: estado natural (>95), buena (90-75), aceptable (70-55), mala (30-50), pésima (<25).

Table 1. Observed values of abundance, richness, ChSIGNAL index, IHF index, QBR index and environmental variables evaluated in the four sampling sites of Lia river during the three sampling periods. Environmental variables were: pH, conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$), temperature ($^{\circ}\text{C}$) and oxygen (mg/l). Environmental characteristics of ChSIGNAL index: good and moderately disturbed (class II), regular and disturbed (class III), bad and highly disturbed (class IV). Quality ranges of IHF index according to the diversity of habitats: very high (>90), high (71-90), medium (50-70), low (31-49), very low (<30). Quality ranges of QBR index: natural state (>95), good (90-75), acceptable (70-55), bad (30-50), poor (<25).

Muestreo	Abundancia	Riqueza	ChSIGNAL		IHF	QBR	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Oxígeno (mg/l)	
			Total	Clase							
P1	diciembre	151	19	6.6	II	66	80	7.9	24	10.5	10.9
	enero	60	11	6.8	II	64	80	6.6	24.5	14.7	9.8
	marzo	82	15	6.7	II	64	80	8.0	37.9	14.5	11.3
P2	diciembre	90	9	5.9	III	55	65	7.9	25	12.1	11.4
	enero	23	8	6.4	II	55	65	6.8	26.4	16.8	9.8
	marzo	80	13	6.2	II	55	65	7.9	39.2	14.6	11.4
P3	diciembre	45	8	4.5	IV	41	60	8.0	28	13.5	10.7
	enero	55	8	5.5	III	39	60	6.8	22.1	18.9	10.5
	marzo	180	10	5.6	III	39	60	8.0	40	15.4	6.8
P4	diciembre	88	8	4.6	IV	41	45	8.1	25	14.3	10.7
	enero	18	3	5	III	39	45	6.6	28.9	19.3	10.8
	marzo	27	4	5	III	39	45	7.8	55	15.5	7.1

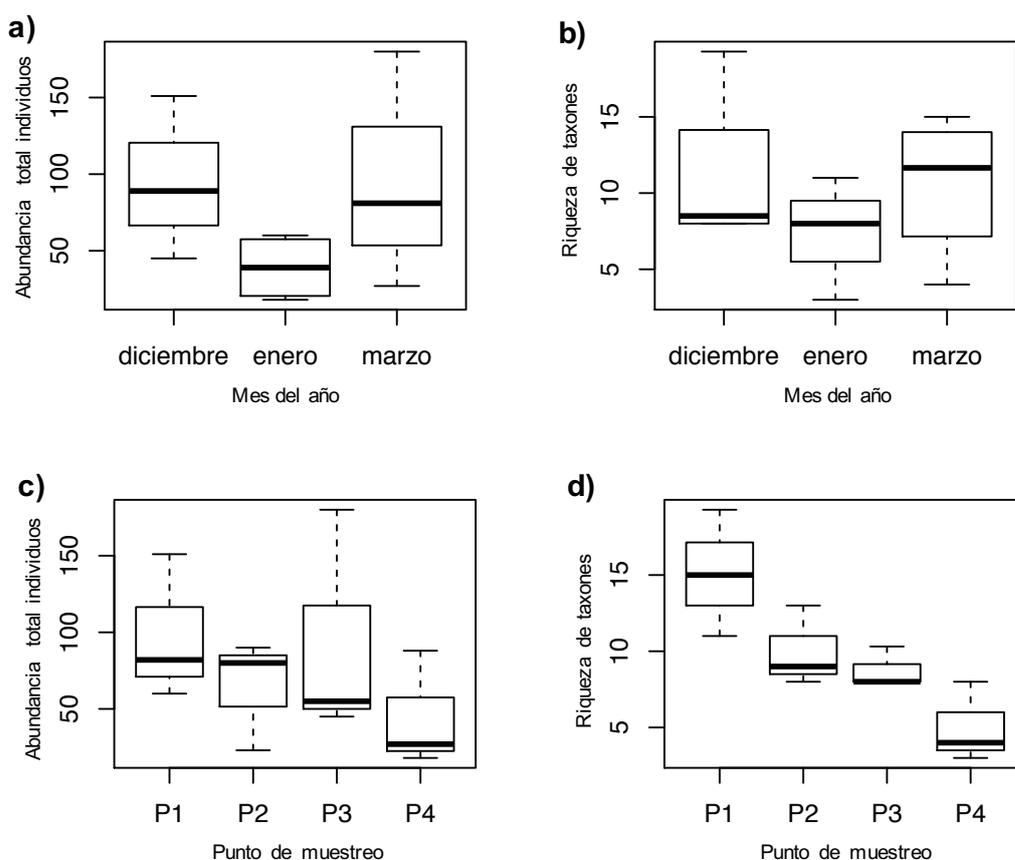


Figura 2. Abundancia (a) y riqueza rarificada (b) para los tres periodos de muestreo (diciembre, enero, marzo), y abundancia (c) y riqueza rarificada (d) para los cuatro puntos de muestreo (P1-P4). La línea negra de las cajas indica la mediana. Con el test de Kruskal-Wallis se observaron diferencias significativas para la Figura 2d (p -valor = 0.041). (*) = cuando se realizó un análisis post-hoc, se observaron diferencias significativas entre la riqueza de los puntos P1 y P4 (p -valor = 0.011).

Figure 2. Abundance (a) and rarified richness (b) for the three sampling periods (December, January, March), and abundance (c) and rarified richness (d) for the four sampling sites (P1-P4). Black line of the boxes indicates the median. Kruskal-Wallis test was significant for Figure 2d (p -value = 0.041). (*) = when conducted post-hoc analysis, significant differences were observed between richness of sites P1 and P4 (p -value = 0.011).

condicionando los valores de riqueza y de calidad biológica (ChSIGNAL) de estos puntos. En concreto, según los análisis post-hoc, se observaron diferencias significativas entre las temperaturas de los puntos P1 y P4 (p-valor = 0.035) y los puntos P1 y P3 (p-valor = 0.029). En el caso del índice QBR, se observaron diferencias significativas entre los puntos con buena calidad (P1) y los puntos con calidad aceptable (P2 y P3) (p-valor = 0.040), así como entre el punto P1 y los puntos con mala calidad (P4) (p-valor = 0.004). Finalmente, para el índice IHF, se observaron diferencias significativas entre los puntos con calidad media (P1 y P2) y aquellos con calidad baja (P3 y P4) (p-valor = 0.021). La mejor calidad de los índices QBR y IHF en los tramos altos y medios (en especial para P1), se podría justificar por su mayor diversidad del hábitat, ya que es en este punto donde encontramos un mayor porcentaje de sombra en el cauce y de elementos de heterogeneidad, correspondiente a tramos con mayores pendientes y más cercanos a las cabeceras (Pardo et al. 2004). Los valores bajos de riqueza y de los tres índices en el punto P4 estarían justificados por el continuo aumento de la superficie forestal y los impactos generados por la localización de la zona de camping.

Perspectivas de futuro

Debido al estrés hídrico natural (sequías y/o avenidas) propias de todas las zonas con clima mediterráneo, las comunidades han desarrollado mecanismos de resiliencia y resistencia para adaptarse a dichas condiciones (Bonada y Resh 2013). No obstante, éstas regiones mediterráneas se definen por su constante crecimiento demográfico, presiones en el uso del suelo y una intensa competitividad por los recursos hídricos (Bonada y Resh 2013) hecho que, sumado al cambio climático, provoca que las sequías y/o avenidas se incrementen exponencialmente. En el caso de Chile, se prevé que en muchas regiones los ríos sufran cambios en su régimen hídrico y sus caudales disminuyan a porcentajes cercanos al 50% con fuertes impactos naturales y sociales (Figueroa et al. 2013). Para mejorar el equilibrio entre la utilización de los recursos hídricos y el mantenimiento de dichos ecosistemas, es necesaria la gestión y protección de éstos ríos. En el caso del río Lía, se observó una mejor calidad del bosque de ribera (con especies autóctonas) y una mayor riqueza de macroinvertebrados en la tramos de cabecera. Así, se deberían proponer medidas de conservación para esa zona lo cual, a su vez, podría favorecer a la biodiversidad de los tramos aguas abajo (Wipfli y Musslewhite 2004), que actualmente se ven afectados por el aumento de la superficie forestal y el número de campings, entre otros impactos.

Agradecimientos

Este trabajo fue subvencionado por el Proyecto CONICYT/FONDAP/1513001. Se agradece a Katherine Brintrup, Fabián Figueroa y Andiranel Banegas por su apoyo en terreno.

Referencias

- Bonada, N., Resh, V.H. 2013. Mediterranean-climate streams and rivers: geographically separated but ecological comparable freshwater systems. *Hydrobiologia* 719: 1-29.
- Clarke, K.R., Ainsworth, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92: 205-219.
- Fierro, P., Valdovinos, C., Arismendi, I., Díaz, G., De Gamboa, M.R., Arriagada, L. 2019. Assessment of anthropogenic threats to Chilean Mediterranean freshwater ecosystems: Literature review and expert opinions. *Environmental Impact Assessment Review* 77: 114-121.
- Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V., Niell, X. 2007. Comparative analysis of biotic indexes used to evaluate water quality in a Mediterranean river of Chile: Chillán river, VIII region. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 225-242.
- Figueroa, R., Bonada, N., Guevara, M., Pedreros, P., Correa-Araneda, F., Díaz, M.E., Ruiz, V.H. 2013. Freshwater biodiversity and conservation in Mediterranean climate streams of Chile. *Hydrobiologia* 719: 269-289.
- Finn, D.S., Bonada, N., Múrria, C., Hughes, J.H. 2011. Small but mighty: headwaters are vital to stream network biodiversity at two levels of organization. *Journal of the North American Benthological Society* 30: 963-980.
- MA. 2010. *Diagnóstico de Fuentes de agua no convencionales en el regadío inter-regional*. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., Rieradevall, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L., Vivas, S., Bonada, N., Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Moyà, G., Prat, N. 2004. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21(3-4): 115-133.
- R Core Team. 2015. *R: a language and environment for statistical computing*. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria.
- Wipfli, M.S., Musslewhite, J. 2004. Density of red alder (*Alnus rubra*) in headwaters influences invertebrate and detritus subsidies to downstream fish habitats in Alaska. *Hydrobiologia* 520: 153-163.

Apéndice 1. Apenndix 1.

Tabla A1. Matriz de abundancias de macroinvertebrados encontrados durante los tres períodos de muestreo (diciembre, enero, marzo) en los cuatro puntos del río Lía (P1-P4). Identificados a nivel de género, excepto aquellos con (ng), los cuales se dejaron a nivel de familia. Se utilizaron las guías de identificación de Domínguez y Fernández (2009), Stark et al. (2009) y Domínguez et al. (2006).

Table A1. Abundance matrix of macroinvertebrates found during the three sampling periods (December, January, March) for the four sampling sites (P1-P4). Macroinvertebrates were identified to genus, except for those with (ng), which were identified to family. Macroinvertebrate guides used were Domínguez and Fernández (2009), Stark et al. (2009) and Domínguez et al. (2006).

	P1			P2			P3			P4		
	diciembre	enero	marzo									
Aegla	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andesiops	7	3	4	0	0	3	0	0	2	2	0	0
Antarctoperla	0	0	0	0	2	4	0	0	66	0	0	0
Antillorbis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Athericidae (ng)	6	7	3	0	0	6	0	12	19	0	0	0
Aubertoperla	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Austrelmis (adulto)	4	2	1	2	0	0	1	1	2	0	0	0
Austrocentrus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caenis	0	0	0	0	0	6	3	2	6	11	0	0
Ceratopogonidae (ng)	1	2	0	7	3	0	0	0	2	5	0	2
Chilina Dombeyana	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae (ng)	19	3	7	68	6	10	17	14	24	45	16	19
Demoulinellus	16	21	37	4	0	0	0	0	0	19	1	0
Diamphipnoa	18	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Diamphipnopsis	26	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ectropia	3	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0
Gomphidae(ng)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inconeuria	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Limnoperla	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limoniidae (ng)	2	0	0	0	1	1	3	1	0	0	1	0
Macrelmis	3	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Meridialaris	0	0	0	3	3	32	10	23	36	3	0	5
Metrichia/Ochrotrichia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Notoperlopsis	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parachoerma/Cailloma	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pelugoperla	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Penaphlebia	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penturoperla Barbata	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
Physa Chilensis	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Protochauliodes	3	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simulidae (ng)	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Smicridea	14	0	2	0	0	5	1	0	6	0	0	0
Tipulidae (ng)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Trianodes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Velimetra	0	0	0	3	6	8	9	1	3	2	0	1

Referencias

- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D., Nieto, C. 2006. *Ephemeroptera of South America. (Aquatic Biodiversity in Latin America, Vol. 2.)*. Pensoft Publishers, Sofía, Bulgaria.
- Domínguez, E., Fernández, H.R. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Stark, B.P., Froehlich, C., Zúñiga, M.C. 2009. *South America stoneflies (Plecoptera). (Aquatic Biodiversity in Latin America, Vol. 5.)*. Pensoft Publishers, Sofía, Bulgaria.