

Artículo

Recibido: 30/07/23
Rdo. de evaluación: 06/10/23
Aceptado: 20/10/23

Calidad biológica del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, evaluada a través de insectos bentónicos como bioindicadores

Biological quality of the water of Los Pinos and El Arbolito streams, evaluated through benthic insects as bioindicators

Ismael Eduardo Lencina

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Catamarca.
Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.
Autor de correspondencia: lencinaismael@gmail.com

Liliana Beatriz Salas

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Catamarca.
Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.

RESUMEN

De la confluencia de los arroyos Los Pinos y El Arbolito surge el arroyo El Simbolar. Su cuenca se localiza en Concepción, Capayán, Catamarca. El agua es utilizada para consumo humano, riego, ganadería y recreación. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, utilizando a los insectos bentónicos como bioindicadores. En cada curso de agua se estableció una estación de muestreo, donde se obtuvieron dos muestras con red tipo *Surber* (900 cm² de superficie; 300 µm de abertura de malla). Se calcularon los índices: BMWP' (Biological Monitoring Working Party ajustado para el NOA); ASPT' (Average Store Per Taxon) siguiendo el protocolo de cálculo de cada uno. Además, se obtuvo: % EPT (porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae/Ephemeroptera*. En el arroyo Los Pinos se recolectaron 1.306 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,74; EPT representó el 49,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,55, mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,27. En el arroyo El Arbolito se recolectaron 1.096 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,20; EPT representó el 47,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,73 mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,68. El agua en ambos arroyos es de muy buena calidad, sin impacto, teniendo en cuenta la biodiversidad y la tolerancia/intolerancia de los insectos a la contaminación.

Palabras clave: biodiversidad, macroinvertebrados, bioindicación, tolerancia/intolerancia

ABSTRACT

From the confluence of the streams Los Pinos and El Arbolito arises the stream El Simbolar. Its basin is located in Concepción, Capayán, Catamarca. Water is used for human consumption, irrigation, livestock and recreation. The objective of this research was to evaluate the water quality of the Los Pinos and El Arbolito streams, using benthic insects as bioindicators. In each watercourse a sampling station was established, where two samples were obtained with *Surber* type net

(900 cm² surface; 300 µm mesh opening). The following indices were calculated: BMWP' (Biological Monitoring Working Party adjusted for NOA); ASPT' (Average Score Per Taxon) following the calculation protocol of each. In addition, it was obtained: % EPT (percentage of Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) and ratio EPT/*Chironomidae* and *Baetidae/Ephemeroptera*. In Los Pinos stream, 1,306 benthic insects were collected. The BMWP' index reached a value of 155; ASPT' was equal to 6.74; EFA accounted for 49.54%; EPT/*Chironomidae* was equal to 1.55, while *Baetidae/Ephemeroptera* was equal to 0.27. In El Arbolito stream, 1,096 benthic insects were collected. The BMWP' index reached a value of 155; ASPT' was equal to 6.20; EFA accounted for 47.54%; EPT/*Chironomidae* was equal to 1.73 while *Baetidae/Ephemeroptera* was equal to 0.68. The water in both streams is of very good quality, with no impact, taking into account biodiversity and insect tolerance/intolerance to pollution.

Keywords: macroinvertebrates, bioindication, tolerance/intolerance

INTRODUCCIÓN

Los Pinos y El Arbolito son arroyos serranos que labran su cauce en la localidad de Concepción, departamento Capayán, provincia de Catamarca, Argentina. De la confluencia de los mismos surge el arroyo El Simbolar. El agua es utilizada para consumo humano, riego de plantaciones de nogales y de huertas de los puestos “La Mesada”, “El Totoral”, “Finca de los Córdoba” y puesto “El Quemado”. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, utilizando a los insectos bentónicos como bioindicadores.

En los arroyos de montaña, el ensamble de insectos bentónicos está bien desarrollado. Debido a su tamaño corporal pueden ser retenidos por redes de tamaño de poro entre 200-500 mm, por lo que integran la comunidad de macroinvertebrados (Rosenberg & Resh, 1993).

La utilización de los insectos como bioindicadores está muy difundida. Si el sistema biológico se ve alterado, queda evidenciado en los diferentes resultados de dicho indicador. Si la perturbación es grande, los efectos se notarán a nivel de comunidad. Si es intermedia, puede dar lugar a la desaparición de algunas especies o el aumento de otras. Si es ligera, no modificara la estructura de la comunidad y sus efectos son imperceptibles (Prat *et al.*, 2009).

La amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes); la gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, cuya taxonomía es bien conocida a nivel de familia y género, como así también su nivel de tolerancia/intolerancia a la contaminación; los métodos de muestreo, fáciles de aplicar; justifican, entre otros aspectos, el empleo de la entomofauna bentónica para evaluar la calidad del agua (Bonada *et al.*, 2006).

El ensamble de insectos bentónicos es considerado como el mejor bioindicador de la calidad del agua. Se pueden obtener métricas biológicas simples, que representan la forma más sencilla de evaluar la calidad biológica. La riqueza o número de taxa es una métrica simple que en principio se reduce con la frecuencia o intensidad de las perturbaciones, ya sea en respuesta a la contaminación o a la destrucción del hábitat. Otro ejemplo lo constituye el número de taxa de algunos grupos de organismos acuáticos (determinados a nivel de género o familia), como por ejemplo el total de familias de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* o *Trichoptera*, o el porcentaje de individuos de cada uno de estos órdenes, que se caracterizan por tener taxa que suelen ser intolerantes a la contaminación, por lo que su número disminuye con el aumento de ésta (Prat *et al.*, 2009).

Otra manera de utilizar el ensamble es a partir de la obtención de índices bióticos. En este sentido se pueden citar: IBF (Índice Biótico de Familia) (Hilsehoff, 1988), basado en diversidad y abundancia de

familias; Índice EPT (*Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera*) (Klemm *et al.*, 1990), que necesita de determinaciones a nivel genérico de los organismos de estos tres órdenes y sus abundancias; Índice BMWP' (Iberian Biological Monitoring Working Party), ajustado para el NOA (Domínguez y Fernández, 1998), que permite evaluar la calidad del agua con rapidez de obtención, fiabilidad y facilidad de utilización al no requerir identificación más que a nivel de familia. Utiliza macroinvertebrados, no solo insectos, aunque estos últimos sean los más importantes; ASPT' (Average Score Per Taxon) (Walley & Hawkes, 1997), que divide el valor obtenido para el índice BMWP' en el número de taxa.

En la República Argentina se han adaptado índices bióticos para estimar la calidad del agua de los ambientes fluviales de la Cuenca del Carcarañá (Gualdoni y Corigliano, 1991); las Sierras de San Luis (Vallania *et al.*, 1996); del Paraná (Marchese y E. de Drago, 1992); del Plata (Rodríguez Capítulo *et al.*, 1998) y de la Patagonia (Miserendino *et al.*, 2005). Para ríos de Tucumán y el noroeste argentino, se realizaron estudios basados en macroinvertebrados, para su uso como indicadores de contaminación y degradación de las cuencas hídricas (Domínguez y Fernández, 1998; Fernández *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2011). En relación con los indicadores biológicos en Argentina resulta importante destacar el trabajo realizado en el marco de la Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos (REM.AQUA), donde se reúnen los antecedentes y el estado del arte sobre los bioindicadores en los ecosistemas fluviales del país (Domínguez *et al.*, 2020).

En la provincia de Catamarca se vienen realizando trabajos referidos a artrópodos como bioindicadores de calidad de agua para diferentes cursos (Vides-Almonacid *et al.*, 1999; Salas *et al.*, 2004; Salas, 2005; Salas, 2007; Rodríguez Garay, 2007; Tomasi *et al.*, 2010; Salas y Chapes, 2011; Mestrocoldi, 2011; Colla *et al.*, 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014a y 2014b; Ávalos Álamo *et al.*, 2015; Ramos, 2017; Jo Hernández, 2017; Amaya, 2018; Ávalos Álamo, 2018; Soto Ramos, 2019; Barros *et al.*, 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubicó en la localidad de Concepción, departamento Capayán, provincia de Catamarca (Fig. 1), cuya cuenca de estudio pertenece al arroyo El Simbolar (o río Concepción) (Fig. 2).

En el arroyo El Arbolito, la estación de muestreo se estableció a los 1.040 msnm, a 28° 37' 13" S y 66° 02' 05" O (Fig. 3). En el arroyo Los Pinos, la estación de muestreo se estableció a los 1.046 msnm, a 28° 37' 15" S y 66° 02' 05" O, (Fig. 4). El bosque de ribera en ambos arroyos corresponde a la ecorregión chaqueña, subecorregión chaco serrano con elementos de yungas, en especial en el arroyo Los Pinos donde se observó pre-

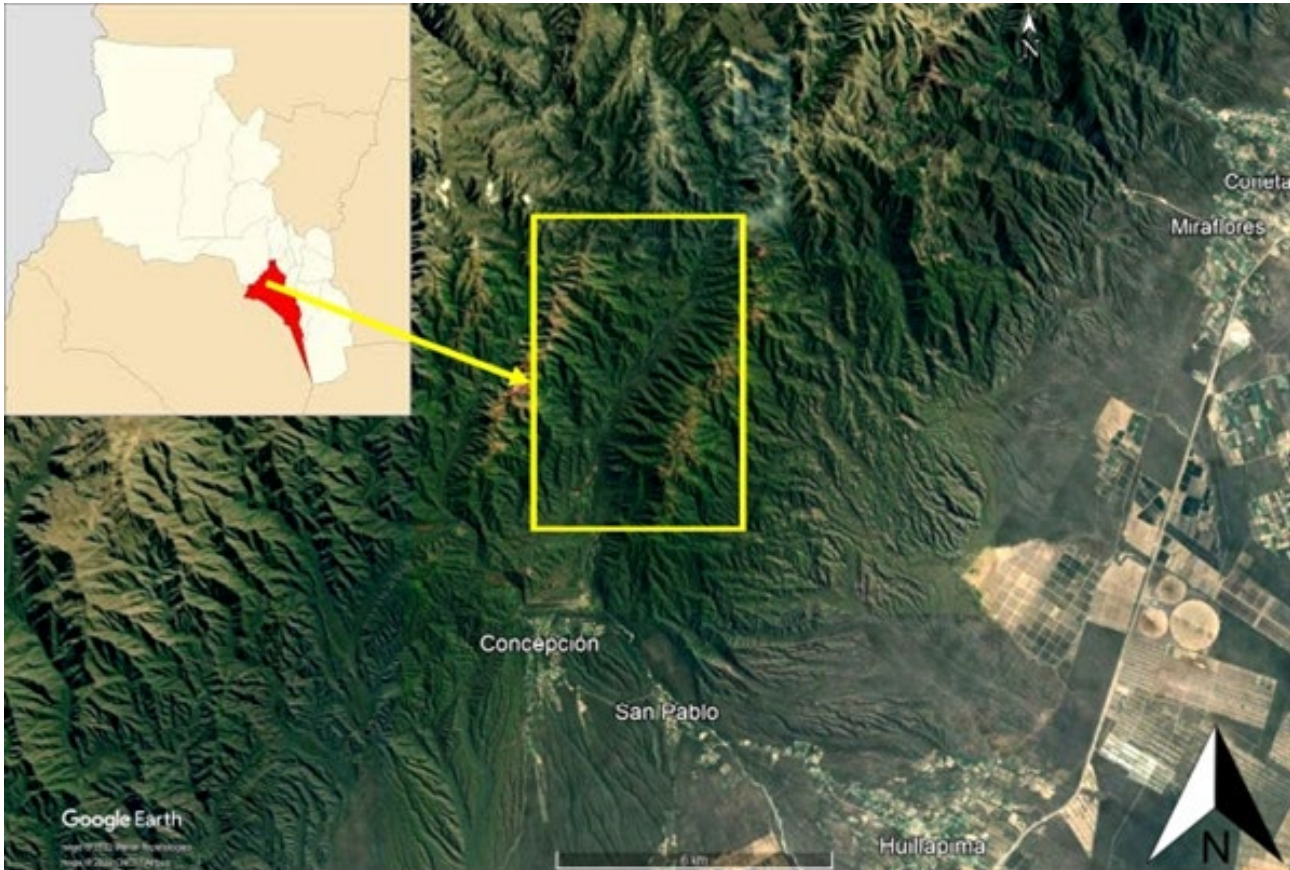


Figura 1: Localización del área de estudio



Figura 2: Hidrografía de la cuenca de estudio (Salas, 1997)

sencia de *Podocarpus parlatorei* “pino del cerro” (Perea *et al.*, 2007).

En cada curso de agua se fijó una estación de muestreo, donde se obtuvieron dos muestras de artrópodos bentónicos con red tipo *Surber* (900 cm² de superficie; 300 μm de abertura de malla) (Fig. 5). Los organismos se colocaron en bolsas plásticas, etiquetadas y conservadas en alcohol etílico 96° (Fig. 6). En laboratorio se procedió a separar los artrópodos del resto de la muestra, para determinarlos taxonómicamente bajo lupa binocular, hasta el taxón familia utilizando las claves disponibles en Domínguez y Fernández (2009). Se calcularon los índices: BMWP' (Biological Monitoring Working Party ajustado para el NOA, por Domínguez y Fernández, 1998); ASPT' (Average Score Per Taxon) (Walley & Hawkes, 1997) siguiendo el protocolo de cálculo de cada uno. Además, se obtuvo: % EPT (porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae*/*Ephemeroptera*.

RESULTADOS

En el arroyo Los Pinos se recolectaron 1.306 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,74; EPT representó el 49,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,55, mientras que *Baetidae*/*Ephemeroptera* fue igual a 0,27. En el arroyo El Arbolito se recolectaron 1.096 insectos bentónicos. El ín-



Figura 3: Estación de muestreo, arroyo El Arbolito



Figura 4: Estación de muestreo, arroyo Los Pinos



Figura 5: Muestreo con red tipo Surber



Figura 6: Acondicionamiento de las muestras

dice $BMWP'$ alcanzó un valor de 155; $ASPT'$ fue igual a 6,20; EPT representó el 47,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,73 mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,68 (Tabla 1).

Los valores asumidos por el índice $BMWP'$, >50 , ubica el agua de ambos arroyos en la Clase I, que significa Aguas muy limpias (Domínguez y Fernández, 1998).

Por su parte, el índice $ASPT'$ alcanzó valores mayores a 5,1, lo que se traduce en agua sin impacto (Klemm *et al.*, 1990).

El grupo EPT integrado por *taxa* de insectos altamente intolerantes a la contaminación, representa más del 45,00% (Fig. 7).

La relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae/Epheme-*

roptera se calcularon por primera vez, para ambos arroyos. Su respuesta a la contaminación es de disminución para la primera y aumento para la segunda (Prat *et al.*, 2009)

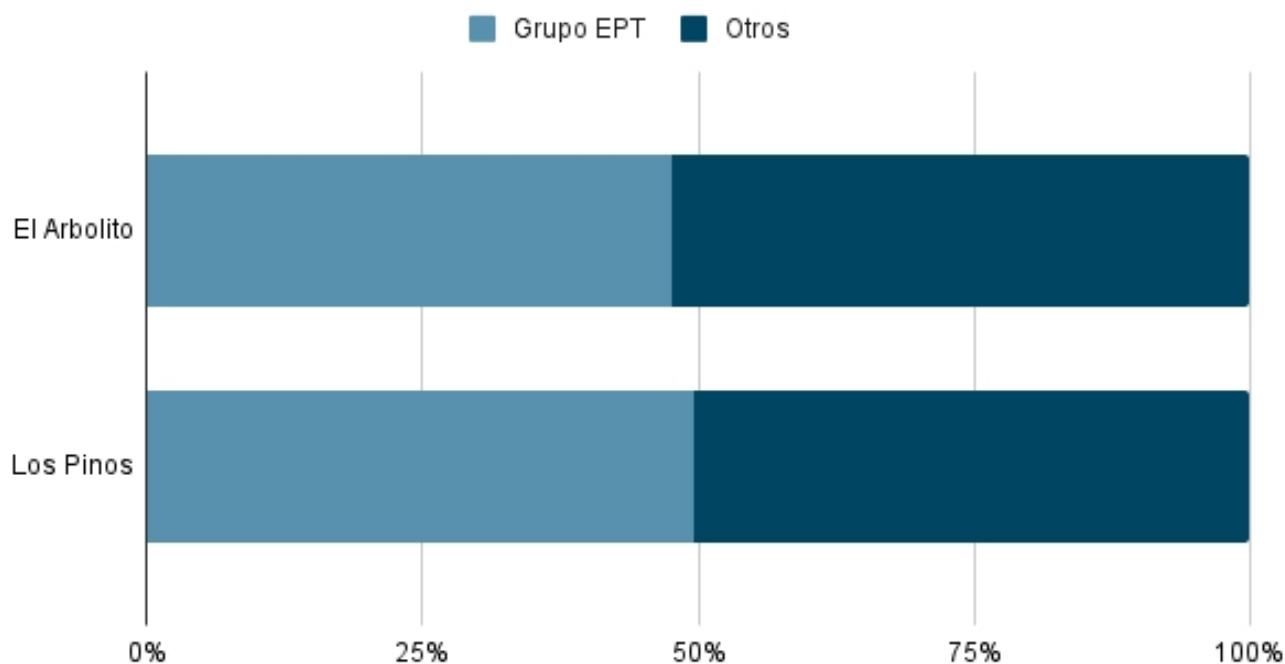
DISCUSIÓN

El agua en ambos arroyos es de muy buena calidad, sin impacto, teniendo en cuenta la biodiversidad y la tolerancia/intolerancia de los insectos bentónicos a la contaminación. El indicador 6.3.2 "Proporción de cuerpos de agua con buena calidad de agua ambiental" de los Objetivos de Desarrollo Sustentable Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2018),

Tabla 1: Métricas biológicas simples e índices bióticos obtenidos para los arroyos Los Pinos y El Arbolito.

Métricas biológicas simples e índices bióticos	Arroyo Los Pinos	Arroyo El Arbolito
Abundancia	1.306	1.096
$BMWP'$	155	155
$ASPT'$	6,74	6,20
%EPT	49,54	47,54
EPT/ <i>Chironomidae</i>	1,55	1,73
<i>Baetidae/Ephemeroptera</i>	0,27	0,68

Figura 7: Porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (% de EPT) frente a otros taxa de la comunidad, en los arroyos Los Pinos y El Arbolito



rastrea el porcentaje de cuerpos de agua (ríos, lagos y aguas subterráneas) en un país con buena calidad del agua ambiental. Los resultados de esta investigación son pioneros en su tipo y representan la primera contribución al conocimiento de la calidad de agua de estos arroyos de montaña. Los datos podrán ser utilizados en la elaboración de planes de gestión para su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya M. 2018. Calidad de agua del Río del Valle, evaluada a partir de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, en la localidad de Huaycama, departamento Ambato, Catamarca. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 110 pp.
- Ávalos Álamo M. 2018. Diversidad de Macroinvertebrados bentónicos en el Río del Valle. Variación longitudinal y calidad de agua. Tesina de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 100 pp.
- Ávalos Álamo M., Lencina I., Vergara V., Salas L. 2015. Benthic macroinvertebrates basin lower-middle River Valley. *Biocell*. Vol. 39 (5) A145.
- Barros J., Vega Ovejero A., Aybar V., Corrales M., Romero R., Romero P., Ibañez Balestra L., --Salas L. 2021. Physicochemical and biological quality of the water of the Los Angeles River. *Biocell*. Vol. 45 (3) A227.
- Bonada N., Prat N., Resh V., Statzner B. 2006. Developments In Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomol.* Vol. 51: 495–523.
- Rosenberg DM. & Resh VH. (1993). Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, DM & Resh, VH. Editores. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York. The USA. Editorial Chapman & Hall. 1-9 pp.
- Colla M., César I., Salas L. 2013. Benthic insects of the El Tala River (Catamarca, Argentina): Longitudinal variation of their structure and use of Insects to assess water quality. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 73 (2): 357–366.
- Domínguez E. y Fernández H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Domínguez E. y Fernández H. 1998. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. *Serie conservación de la Naturaleza*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 39 pp.
- Domínguez E., Giorgi A., Gómez N. 2020. La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de La Argentina. Bases para el análisis de la integridad ecológica. CABA, Argentina. Editorial Eudeba.
- Fernández H., Domínguez E., Romero F., Cuezco G. 2006. La calidad del agua y la bioindicación en los ríos de montaña del Noroeste Argentino. *Serie Conservación de la Naturaleza*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 36 pp.
- Fernández H., Romero F., Vace M., Manzo V., Nieto

- C., Orce M. 2002. Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán, Argentina). *Limnetica*. Vol. 21 (1-2):1-13.
- Gualdoni C. y Corigliano M. 1991. El ajuste de un índice biótico para uso regional. *Rev. UNRC*. Vol. 11 (1): 43-49.
- Hilsenhoff W. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*. Vol. 7: 65-68.
- Jo Hernández R. 2017. Evaluación de la calidad del agua del río El Tala, Catamarca-Argentina, a través de índices bióticos (BMWP', ASPT', IBF) y de un índice fisicoquímico (ISCA). Trabajo Final. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 104 pp.
- Klemm D., Lejía P., Fulk F., Lazorchak J. 1990. Macroinvertebrate field on laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA/600/4-90/030. Cincinnati, Ohio. USA. Editorial U.S. Environmental Protection Agency. Environmental Monitoring Systems Laboratory.
- Marchese M. y E. de Drago I. 1992. Benthos of de lotic environments in the middle Paraná River system: transverse zonation. *Hydrobiologia Journal*. Vol. 237: 1-13.
- Mestrocoldi C. 2011. Insectos bentónicos en un arroyo de Yungas de Catamarca y su aplicación para evaluar la calidad del agua, en un ciclo anual. Tesina de Grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 85pp.
- Miserendino M., Hollmann E., Masi C. 2005. Distribución del bentos y relaciones ambientales en un río regulado de Chubút. En: Libro de Resúmenes del III Congreso Argentino de Limnología. Chascomús, Bs. As. Argentina. pp.66.
- Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Santiago. Obtenido de: www.cepal.org/es/publications
- Perea M., Pedraza G., Luceros, J. 2007. Relevamiento de flora arbórea autóctona en la provincia de Catamarca. Consejo Federal de Inversiones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. pp.8-14.
- Prat N., Ríos B., Acosta R., Rieradevall M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En: Domínguez, E. y Fernández, H. (Editores). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. pp.631-654.
- Ramos V. 2017. Evaluación de la calidad biológica de agua del arroyo Pampichuelas aplicando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Tesina de grado. Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 84 pp.
- Rodríguez Capítulo A., César I., Tassara M., Paggi A., Lemocov M. 1998. Distribution of the macrobenthic fauna of the south coastal fringe of the Rio de La Plata (Argentina): impact of urban contamination. *Inter. Assoc. theory and applied. Limnetica*. Vol. 26 (3): 1260-1265.
- Rodríguez Garay G. 2007. Entomofauna bentónica del arroyo Los Pinos (Capayán, Catamarca), con especial referencia al orden Diptera: variación estacional y su aplicación como bioindicadores. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 111 pp.
- Romero F., Fernández H., Manzo V., Molineri C., Correa M., Nieto M. 2011. Estudio integral de la cuenca del río Lules (Tucumán): Aspectos biológicos. En: Fernández H.R. y Barber H.M. (Editores). *La cuenca del Río Lules: una aproximación multidisciplinaria a su complejidad*. pp. Tucumán. Argentina. Editorial Universidad Nacional de Tucumán. pp.111-136.
- Salas L. 1997. Contribución al conocimiento de la biodiversidad de invertebrados bentónicos del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca). Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 101 pp.
- Salas L. 2005. Biodiversity of mountain stream benthonic insects and their application to test the biological quality of the water. *Biocell*. Vol. 29 (1): 85.
- Salas L. 2007. Biodiversidad de insectos bentónicos de un arroyo de Yungas de la provincia de Catamarca. Tesis de Maestría en Entomología. Inst. Sup. de Entomología "Dr. Abraham Willink", Fac. de Cs. Nat. e Inst. Miguel Lillo. UNT. Tucumán. Argentina. 112 pp.
- Salas L. & Chapes S. 2011. Trichoptero fauna of El arbolito water stream and its relationship with water physical-chemical and bacteriological parameters. *Biocell*. Vol. 35 (2):106.
- Salas L., Gómez P., Arjona M., Aybar P. 2004. Physical-Chemical and Biological quality of water for human consumption and irrigation Pampichuelas stream. Concepcion. Catamarca. *Biocell*. Vol. 28 (1): 51.
- Soto Ramos U. 2019. Ensamble de Macroinvertebrados Bentónicos y evaluación de la calidad del agua del Río Los Puestos. Ambato, Catamarca, Argentina. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. 77pp.
- Tomasi G., Vedia A., Salas L., Gómez P., Juárez F. y Lencina G. 2010. Estudio bacteriológico, fisicoquímico y aplicación el índice BMWP', el agua del arroyo El Simbolar y piscina del balneario

- en Concepción, Dpto. Capayán, Catamarca. *Revista Ciencia*. Vol. 5 (16): 23-38.
- Vallania E., Garelis P., Tripole E., Gil, M. 1996. Un índice biótico para las sierras de San Luis. *Revista UNRC*. Vol. 16 (2): 129-136.
- Vides Almonacid R., González J., Grosso L., Labilla E. 1999. Bioindicadores. En: Lavilla E. y González J. (Eds.). *Biodiversidad de Agua Rica Catamarca-Argentina*. Editorial BHP COPPER y Fundación Miguel Lillo. Tucumán. Argentina. pp.253-261.
- Walley W. & Hawkes H. (1997). A computer-based development of the Biological Monitoring Working Party score system incorporating abundance rating, site type, and indicator value. *Water Research*. Vol. 31 (2): 201-210.
- Zelarayán Medina G., Salas L. (2014a) Estructura y Variación Espacial de las Colectividades de Artrópodos en el Río "Las Juntas" (Catamarca, Argentina). *Huayllusbio* (8): 15-39.
- Zelarayán Medina G., Salas L. (2014b) Macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en un tramo del río Ambato. En: Libro de Resúmenes de las XXXI Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán. Tucumán. Argentina. pp.32.