



Fundación
Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

doi

Artrópodos acuáticos del arroyo Pampichuelas (Capayán, Catamarca): análisis estructural y funcional de sus comunidades y su uso como bioindicadores de la calidad del agua

Aquatic arthropods of the Pampichuelas stream (Capayán, Catamarca): Structural and functional analysis of the community and its use as bioindicators of water quality

Mathías Sebastián Vázquez Sano^{1,2}, María Florencia Colla^{2*},
Liliana Beatriz Salas¹

¹ Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Avenida Belgrano N° 300, Catamarca.

² Laboratorio de Humedales, Centro Regional de Energía y Ambiente para el Desarrollo Sustentable (CREAS, CONICET-UNCA). Calle Prado N° 366, Catamarca.

* Autor de correspondencia: <flo4bio@gmail.com>

Resumen

El agua del arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca) es utilizada para consumo, riego y ganadería local. Su calidad fisicoquímica y biológica, evaluada hasta el año 2017 a través de índices bióticos, es excelente. A partir del año 2020, la construcción de un camino que bordea al arroyo representa una posible modificación del hábitat y podría repercutir en las características ecológicas de los ensambles de invertebrados acuáticos. Los objetivos propuestos fueron caracterizar estructural y funcionalmente a la comunidad de artrópodos acuáticos en un sector del arroyo y evaluar la calidad del agua a partir de la aplicación de métricas biológicas e índices ecológicos y bióticos. Los muestreos se realizaron en los meses de junio de 2024 y 2025, durante el periodo de aguas bajas. Se registraron variables morfométricas del cauce y fisicoquímicas del agua. Las muestras de artrópodos acuáticos se obtuvieron con red "D" y los organismos se identificaron hasta el nivel

► Ref. bibliográfica: Vázquez Sano, M. S.; Colla, M. F.; Salas, L. B. 2026. "Artrópodos acuáticos del arroyo Pampichuelas (Capayán, Catamarca): análisis estructural y funcional de sus comunidades y su uso como bioindicadores de la calidad del agua". *Acta Zoológica Lilloana* 70 (2): 799-822. DOI: <https://doi.org/10.30550/j.azl/2471>

► Recibido: 2 de julio 2026 – Aceptado: 18 de agosto 2026.

► URL de la revista: <http://actazoologica.lillo.org.ar>



OPEN ACCESS

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

de Familia. Se registraron un total de 1841 artrópodos, en 13 órdenes y 35 familias. Los taxones mejor representados fueron Elmidae (Coleoptera) y Chironomidae (Diptera) en ambos años, abundando los grupos colectores y predadores, y con modos de vida aferrados y minadores. La abundancia de taxones sensibles a la contaminación orgánica, junto a los valores obtenidos de los índices ecológicos (diversidad de Shannon, H' y dominancia de Simpson, D) y bióticos (BMWP', ASPT' e IBF), permitieron clasificar al agua del arroyo como muy limpia, de buena calidad y sin impacto. Los datos obtenidos podrán servir de referencia para estudios futuros.

Palabras clave: Ríos serranos, diversidad, grupos tróficos, índices bióticos, invertebrados.

Abstract

Water from Pampichuelas Stream (Concepción, Catamarca) is used for human consumption, irrigation, and local livestock farming. Its physicochemical and biological quality—assessed up to 2017 using biotic indices—was classified as excellent. Since 2020, the construction of a road running along the stream has represented a potential source of habitat alteration that may affect the ecological characteristics of aquatic invertebrate assemblages. This study aimed to characterize the aquatic arthropod community in a section of the stream, both structurally and functionally, and to assess water quality using biological metrics together with ecological and biotic indices. Field sampling was conducted during the low-water season in June 2024 and June 2025. Channel morphometric characteristics and physicochemical water parameters were recorded. Aquatic arthropod samples were collected using a D-net, and the organisms were identified to the family level. A total of 1,841 arthropods representing 13 orders and 35 families were recorded. The best-represented taxa in both years were Elmidae (Coleoptera) and Chironomidae (Diptera). Collector and predator functional feeding groups predominated, with predominantly clinger and miner habits. The high abundance of taxa sensitive to organic pollution, together with the values obtained for the ecological indices (Shannon diversity, H' ; Simpson dominance, D) and biotic indices (BMWP', ASPT', and IBF), indicated that the stream water was very clean, of good quality, and unimpacted. These data provide a baseline for future studies.

Keywords: Mountain rivers, diversity, trophic groups, biotic indices, invertebrates.

INTRODUCCIÓN

Los ríos y arroyos de montaña constituyen ambientes acuáticos con altísimo valor ecológico, que brindan importantes servicios ecosistémicos al ser humano, como provisión de materias primas, alimentos y agua para diferentes usos. Además, muchos de ellos poseen valor científico, cultural y/o turístico (Rojas y Roldán, 2022). La conservación de su diversidad biológica, junto con el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y acuáticos, son temas de interés nacional e internacional, incluidos en los objetivos 6 y 15 de la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales, 2019).

En los ambientes lóticos, los artrópodos constituyen, en general, el grupo dominante por su abundancia y diversidad (Hauer y Resh, 1996). Cumplen funciones ecológicas esenciales para el equilibrio del ecosistema, ya que participan del ciclado de elementos químicos, nutrientes y contaminantes (Andrade et al., 2022). Asimismo, actúan como intermediarios entre los reguladores-depredadores y los productores en las cadenas tróficas (Eggermont & Martens, 2011) y sirven de alimento para animales terrestres, como arañas, aves y murciélagos (Hanson et al., 2010). Por otra parte, algunos estadios larvarios de dípteros pueden actuar como vectores de virus y/o bacterias productoras de enfermedades en animales, incluido el ser humano (Lizarralde de Grosso, 2001).

Los artrópodos acuáticos se utilizan a nivel mundial como bioindicadores de calidad ambiental, existiendo un gran número de métodos diferentes empleados en distintos países o regiones del mundo (Bonada et al., 2006). La medición de métricas biológicas relacionadas con la abundancia, composición, riqueza, etc., de las comunidades de artrópodos acuáticos, junto con la aplicación de índices bióticos basados en la sensibilidad o tolerancia de ciertos taxa a la contaminación orgánica, permite evaluar la calidad biológica del agua y, por ende, del ecosistema (Prat et al., 2009; Domínguez et al., 2020).

En Catamarca, los estudios de bioindicación en ríos serranos basados en macroinvertebrados se iniciaron con Salas (1997), y continuaron de manera intermitente en diferentes cursos y regiones de la provincia (Colla et al., 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014; Amaya, 2018; Ávalos Álamo, 2018; Hankel et al., 2018; Jó Hernández, 2019; Soto Ramos, 2019; entre otros). En el departamento Capayán, la comunidad de artrópodos acuáticos, especialmente de insectos bentónicos, fue utilizada para evaluar la calidad biológica del agua de los ríos El Arbolito, Los Pinos (Salas y L. de Grosso, 2008; Salas et al., 2013; Lencina y Salas, 2024), Los Ángeles (Romero, 2023) y El Simbolar (Salas, 1997; Brandan, 2023; Reinoso Franchino, 2024; Vázquez, 2025).

El arroyo Pampichuelas labra su cauce en Concepción (Capayán) y su agua es captada para consumo humano, riego y ganadería, exclusivamente para la localidad (Perea y Salas, 2007). Además de los usos que se le da al recurso, su cuenca y ambientes ribereños asociados son importantes reservorios de biodiversidad, albergando 48 especies vegetales, 75 especies de aves y varios mamíferos (Moschione et al., 2022) entre los que destaca la taruca (*Hippocamelus antisensis*), cérvido nativo categorizado como En Peligro (EN) a nivel nacional (Martínez et al., 2024).

Hasta el año 2017, diversos estudios evaluaron la calidad del agua del arroyo Pampichuelas utilizando a la comunidad de artrópodos acuáticos como bioindicadores, demostrando muy buena calidad de la misma, y muy buen estado de conservación del bosque de ribera, sin impacto antrópico modificador (Salas et al., 2004; Arjona et al., 2005; Perea y Salas, 2007; Ramos y Salas, 2010; Ferrer y Salas, 2011; Ramos, 2017). Entre los años 2020 y 2023, se llevó a cabo la construcción del nuevo tramo de la Ruta Provincial N° 14, un camino de tierra consolidada y ripio de aproximadamente 54 km, que une Concepción con el departamento Pomán, y bordea en varios sectores al arroyo Pampichuelas, el cual en ciertos tramos es encausado y canalizado en badenes. Esta práctica, común en áreas urbanas o agrícolas, podría producir modificación del sustrato y alteración de las secuencias de rápidos/charcas, afectando la diversidad de hábitats para diversas especies, como los artrópodos acuáticos (Miserendino et al., 2011). Con la finalidad de obtener información actualizada sobre la calidad biológica del agua del arroyo, se plantearon los siguientes objetivos: caracterizar la comunidad de artrópodos acuáticos presentes en un sector del mismo desde un punto de vista estructural y funcional, y evaluar la calidad del agua en el tramo estudiado a partir de la aplicación de métricas biológicas simples, índices ecológicos y bióticos, utilizando a la comunidad de artrópodos acuáticos como bioindicadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Corresponde a un sector de la cuenca media-baja del arroyo Pampichuelas, departamento Capayán, Catamarca, Argentina (Figura 1 A-F). De acuerdo con Perea y Salas (2007), quienes realizaron la primera caracterización ecológica de esta cuenca, la misma se ubica en la ecorregión Chaqueña, sub-ecoregión Chaco Serrano, con interdigitaciones de Yungas en quebradas más profundas de la zona más baja. El clima regional es de tipo subtropical con veranos cálidos e inviernos templados, vientos secos en invierno y primavera y precipitaciones principalmente estivales, que varían de 500 a 800 mm anuales (Perea et al., 2007).

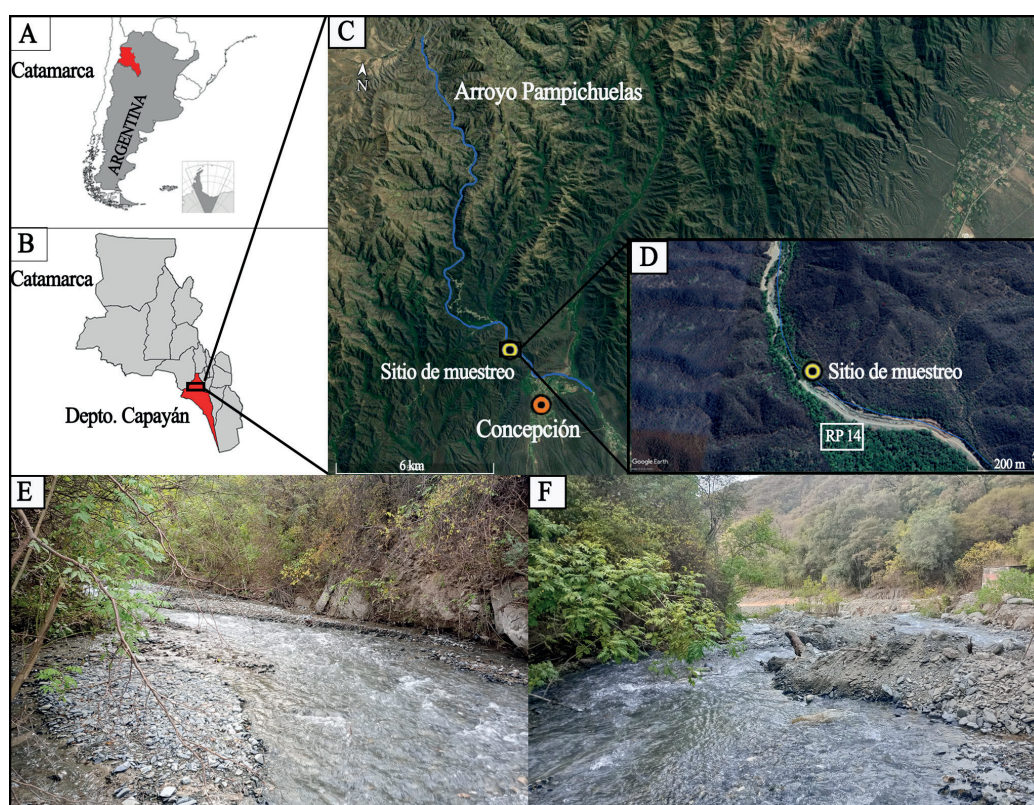


Figura 1. A. Ubicación de la provincia de Catamarca en Argentina. B. Ubicación del departamento Capayán al suroeste de Catamarca. C. Cuenca del arroyo Pampichuelas mostrando la ubicación del sitio de muestreo en su región media-baja y la localidad de Concepción. D. Vista satelital del sitio de muestreo "Las Parrillas" (círculo amarillo). E. Foto del sitio de muestreo en dirección NO, junio de 2024. F. Foto del sitio de muestreo en dirección SE, junio de 2024. RP14: Ruta provincial 14.

Figure 1. A. Location of Catamarca Province in Argentina. B. Location of Capayán Department in southwestern Catamarca. C. Pampichuelas Stream basin, showing the location of the sampling site in its mid-to-lower reach and the town of Concepción. D. Satellite view of the "Las Parrillas" sampling site (yellow circle). E. Photograph of the sampling site facing northwest, June 2024. F. Photograph of the sampling site facing southeast, June 2024. RP14: Provincial Route 14.

El arroyo nace a 2100 msnm en la confluencia de dos cursos de agua, es de régimen pluvio-nival y caudal permanente. Tiene una longitud total de aproximadamente 18 km, sentido norte-sur en la mayor parte de su recorrido y adopta sentido oeste-este en el último tramo, donde recibe los aportes del arroyo del Bosque, a partir de donde corre en sentido noreste hasta la localidad de Concepción (Perea y Salas, 2007) (Figura 1 C). El sustrato está compuesto predominantemente por grava sabulítica arenosa (Ramos, 2017) y el flujo corre principalmente de manera superficial, excepto en algunos tramos donde es subterráneo (Perea y Salas, 2007). Estos son recorridos cortos (500 m, aproximadamente) ubicados en su cuenca media, a una distancia aproximada de 3 km aguas arriba del sitio de muestreo, donde ésta se infiltra totalmente en el sustrato permeable para luego reaparecer cauce abajo (M. Perea y R. Ávila, comunicación personal, 5 de agosto de 2026).

Datos ambientales

En el lugar, se registró la localización georreferenciada ($28^{\circ}40'17,7''$ S y $66^{\circ}04'44,1''$ O) y la altitud (840 msnm) mediante un GPS Etrex Legend. El sitio de muestreo (Figura 1-F) se ubicó en un sector de la cuenca media-baja del arroyo conocido como “Las Parrillas”, lugar donde el agua es captada y transportada por un canal derivador hacia la planta potabilizadora. Las campañas se realizaron en junio de 2024 y 2025, en época de aguas bajas. Se seleccionó un tramo de 15 m en el cauce del río y se tomaron medidas morfométricas al norte y al sur del mismo: ancho del lecho seco y mojado (m), medido con cinta métrica; profundidad promedio del agua, registrada con regla plástica graduada cada 20 cm ($n=30$); y velocidad de la corriente (m/s). Para el cálculo de esta última se cronometró el tiempo promedio ($n=10$) que un objeto flotante demoró en recorrer 15 m rectos. Se registró la temperatura ambiental y se midieron variables fisicoquímicas del agua, como temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y pH con medidor portátil Luthron CD-4318SD, conductividad eléctrica (mS/cm), total de sólidos disueltos (ppm) y salinidad (%) con conductímetro portátil Adwa AD111. La flora marginal arbórea y arbustiva se relevó por observación directa.

Muestreo de artrópodos acuáticos e identificación taxonómica

Para cada año de estudio (2024 y 2025) se realizó un muestreo cualitativo multi-hábitat, utilizando una red “D” de $300\ \mu\text{m}$ de abertura de malla. Se tomaron 3 réplicas (una persona/ 3 minutos de barrido por réplica), recorriendo la mayor cantidad posible de microambientes presentes en ambas márgenes y centro del río, como zonas de pozas, rápidos, entre la vegetación arraigada, debajo de troncos, etc. El material biológico obtenido en las 3 réplicas fue unificado en una única muestra compuesta y fijado en el lugar con alcohol etílico 96 %. En el laboratorio, las muestras se analizaron en su totalidad bajo lupa binocular. Los Insecta, Collembola, Amphipoda y Copepoda se identificaron taxonómicamente hasta Familia, siguiendo bibliografía específica y claves incluidas en Lopretto y Tell (1995), Fernández y Domínguez (2001), Domínguez y Fernández (2009) y Damborenea et al. (2020). El muestreo de material biológico se realizó en cumplimiento de los requerimientos obligatorios para obtener permisos de investigación en el territorio provincial solicitados por la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Catamarca mediante Resol. S.E.A.Y.D.S. No 309/15. El material identificado se depositó en la colección no catalogada de macroinvertebrados acuáticos del Laboratorio de Humedales (CREAS-CO-NICET-UNCA), bajo el código de lote de campo (PAMP-RED-JUN-2024 y PAMP-RED-JUN-2025).

Análisis de datos

Métricas biológicas simples.— Siguiendo lo sugerido por Prat et al. (2009), se analizaron: abundancia absoluta (número de individuos/taxa/muestra), abundancia relativa (%) de cada orden y familias de artrópodos, riqueza de taxa (S, número de familias por orden), riqueza EPT (número de familias de los órdenes Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y porcentaje EPT (abundancia de los tres órdenes comparada con la abundancia total de artrópodos, en %). También se analizó la relación entre taxones tolerantes e intolerantes a la contaminación orgánica, como EPT/Chironomidae y Baetidae/Ephemeroptera. Finalmente, se estudiaron características tróficas y de hábitat de los artrópodos acuáticos, como grupo funcional trófico (GFT) principal y modo de vida.

Para la asignación de los GFT se siguió la clasificación propuesta por Merritt y Cummins (2006), Cummins et al. (2005), Heino (2005) y Ramírez y Gutiérrez-Fonseca (2014), quienes definen los grupos: 1) fragmentadores (=shredders); 2) colectores (=collectors; gathering -collectors); 3) filtradores (=filterers; filtering-collectors); 4) raspadores (=scrapers); 5) perforadores (=piercers), y 6) predadores (=predators). Teniendo en cuenta que la mayoría de los taxa pertenecen a más de un grupo funcional trófico, y que, en algunos casos, la designación de los mismos se realiza a niveles taxonómicos más bajos que los alcanzados en este trabajo (como género o especie), para la asignación de cada familia de artrópodos a un grupo taxonómico principal, se siguió principalmente la clasificación de Ramírez y Gutiérrez-Fonseca (2014) para la región Neotropical.

Con respecto al modo de vida, se siguió la clasificación propuesta por Merritt y Cummins (1996) y Heino (2005), obteniéndose las categorías: 1) aferrados (=clingers); 2) trepadores (=climbers); 3) minadores (=burrowers); 4) apoyados (=sprawlers); 5) planctónicos (=planktonic); 6) patinadores (=skaters); 7) nadadores submarinos (=divers) y 8) nadadores (=swimmers). Para la asignación de los taxa según modo de vida se consultó información ecológica de las distintas familias de artrópodos acuáticos (Domínguez y Fernández, 2009; Merritt y Wallace, 2009; Gutiérrez-Fonseca, 2010; Laprida y Ballent, 2007; entre otros). El porcentaje de representación de cada GFT y modo de vida fue calculado a partir de los datos de abundancias relativas.

Índices ecológicos.— Se calcularon tres índices ecológicos; Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), a partir de la ecuación $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, donde p_i es la proporción de individuos de la especie i -ésima; Dominancia de Simpson: $D = \sum p_i^2$, donde p_i es la proporción de los individuos de la i -ésima especie; Índice de Similitud de Jaccard: el mismo se calculó comparando las comunidades de artrópodos acuáticos presentes en ambos años de estudio (2024 y 2025), con la ecuación $C_j = j / (a + b - j)$ donde “ j ” es el número de especies encontradas en ambos sitios, y “ a ” el número de especies del sitio “A”, siendo “ b ” el número de especies del sitio “B” (Magurran, 1989).

Índices bióticos.— Para la evaluación de la calidad del agua, se calculó el valor de los índices: BMWP’ ajustado para el Noroeste de Argentina (NOA) (Domínguez y Fernández, 1998), ASPT’ (Average Score Per Taxon; Klemm et al., 1990) e IBF (Índice Biótico de Familia; Hilsenhoff ,1988).

RESULTADOS

Área de estudio

La vegetación marginal fue compatible con la ecorregión chaqueña, Sub-Ecorregión del Chaco Serrano con elementos de Yungas (Perea y Salas, 2007). Mediante observación directa, se identificaron la siguientes especies arbóreas y arbustivas; *Juglans australis* Grisebach (nogal criollo), *Salix humboldtiana* Willd (sauce), *Myrcianthes mato* (Griseb.) McVaugh (arrayán), *Schinopsis marginata* Engl (horco quebracho) y *Tecoma stans* (L.) (guarán), entre otros.

Datos ambientales

Los valores de los parámetros morfométricos del cauce y fisicoquímicos del agua registrados en los dos años de estudio se resumen en la Tabla 1. De manera general, la temperatura del agua mostró valores acordes para la época del año, oscilando entre 8,09 y 10,2 °C, para 2025 y 2024, respectivamente. El pH se mantuvo en valores cercanos a la neutralidad o ligeramente alcalinos, mientras que la conductividad eléctrica y porcentaje de salinidad, presentaron valores muy bajos en ambos años.

Tabla 1. Parámetros morfométricos del cauce y fisicoquímicos del agua del arroyo Pampichuelas (Capayán, Catamarca), en el sitio de estudio, junio de 2024 y 2025. ALM: ancho del lecho mojado. N: norte. S: sur. Prof: profundidad. Vel. Cte: velocidad de la corriente.

Table 1. Morphometric parameters of the stream channel and physicochemical variables of the Pampichuelas Stream water (Capayán, Catamarca) at the study site, June 2024 and 2025. ALM: wetted channel width; N: north; S: south; Prof.: depth; Vel. Cte.: current velocity.

Parámetros	2024	2025
ALM-N (m)	4,9	4,6
ALM-S (m)	4,1	5,9
Prof-N (promedio, cm)	7,31	4,75
Prof-S (promedio, cm)	4,89	7,18
Vel. Cte (promedio, m/s)	0,9	0,7
T° ambiente (°C)	10,2	8,09
T° agua (°C)	10,2	8,09
pH	7,3	8,6
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,5	0,4
Salinidad (%)	0,1	0,1
Total de sólidos disueltos (ppm)	338	282

Características de los ensambles de artrópodos acuáticos

La Tabla 2 comprende el listado faunístico de los artrópodos acuáticos registrados en el arroyo Pampichuelas para cada año de estudio, junto con su abundancia total y su asignación según el grupo funcional trófico mayoritario (GFT) y modo de vida principal. Teniendo en cuenta ambos períodos analizados, se registraron un total de 1841 organismos distribuidos en 13 órdenes, 35 familias y otros dos taxa: Hydrachnidia y Darwinuloidea (familias indeterminadas). La mayor representación la tuvieron los Insecta (8 órdenes), seguidos de Crustacea (3), Collembola (1) y Acari (1).

Métricas biológicas simples

Para el año 2024, se registró una abundancia absoluta de 133 artrópodos acuáticos, en 12 órdenes y 18 familias (Tabla 3), más dos taxa indeterminados a nivel de Familia, correspondientes a Hydrachnidia y Darwinuloidea (Tabla 2). Del total de artrópodos recolectados, los órdenes mejor representados fueron Diptera con 34,59 %, seguido de Coleoptera con 31,58% y Ephemeroptera con 8,27 % (Figura 2). Con respecto a las familias, dos de ellas representaron el 53,38% de la abundancia relativa; Elmidae (Coleoptera), con 31,58% y Chironomidae (Diptera), con 21,8%.

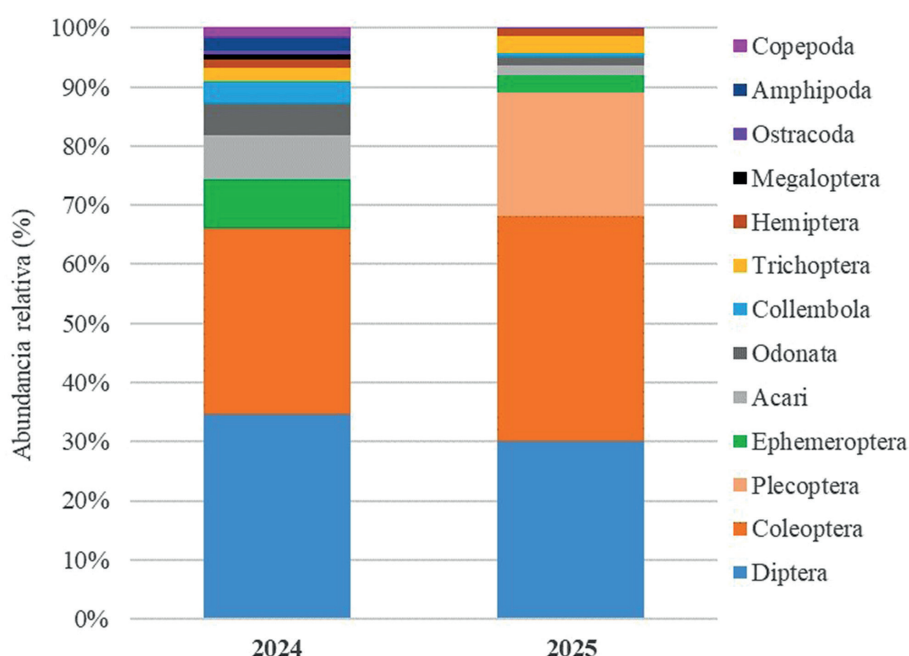


Figura 2. Abundancia relativa (%) de órdenes de artrópodos acuáticos presentes en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca), en junio de 2024 y 2025.

Figure 2. Relative abundance (%) of aquatic arthropod orders present in Pampichuelas Stream (Concepción, Catamarca) in June 2024 and 2025.

Tabla 2. Número de artrópodos acuáticos por taxa registrados en el arroyo Pampichuelas (Capayán, Catamarca), durante junio de 2024 y 2025. Grupos funcionales tróficos (GFT) más comunes (subrayado) y modo de vida de cada grupo se tomaron siguiendo varios autores (ver texto). C: colectores, F: filtradores; Fra: fragmentadores; R: raspadores, Per: perforadores; P: predadores. Ord: Orden. *Familia indeterminada.

Table 2. Number of aquatic arthropods by taxon recorded in the Pampichuelas stream (Capayán, Catamarca) during June 2024 and 2025. The most common functional feeding groups (FFGs) (underlined) and the life mode of each group were determined following several authors (see text). C: collectors; F: filterers; Fra: shredders; R: scrapers; Per: piercers; P: predators. Ord.: Order. *Undetermined family.

Arthropoda	Familia	2024	2025	GFT	Modo de vida
INSECTA					
Ord. Diptera	Simuliidae	5	38	F	Aferrados
	Chironomidae	29	301	C, F, P, Fra, R	Minadores
	Ceratopogonidae	5	8	P, C, R	Apoyados
	Tipulidae	4	149	Fra, C	Minadores
	Stratiomyidae	3	16	C	Apoyados
	Empididae	0	2	P	Minadores
Ord. Coleoptera	Blephariceridae	0	1	R	Aferrados
	Psephenidae	0	39	R	Aferrados
	Elmidae	42	609	C, R	Aferrados
Ord. Odonata	Hydraenidae	0	2	P	Larvas semi-acuáticas o terrestres
	Libelulidae	6	24	P	Apoyados
	Coenagrionidae	1	0		Trepador
Ord. Trichoptera	Gomphidae	0	2		Minadores
	Hydrobiosidae	1	5	P	Nadadores
	Hydroptilidae	2	6	Per, R, C	Nadadores (estadios I-IV), capullo (estadio V)
	Limnephilidae	0	1	Fra	Trepadores
	Hydropsychidae	0	23	F, P, R	Aferrados
	Glossosomatidae	0	1	R	Aferrados
	Odontoceridae	0	1	F	Apoyados
	Helicopsychidae	0	1	R	Apoyados
	Philopotamidae	0	13	F	Minador
	Baetidae	10	18	C	Nadadores
Ord. Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	6	C, F	Apoyados
	Leptophlebiidae	0	27	C, R, F	Nadadores
Ord. Hemiptera	Belostomatidae	2	0	P	Nadadores
	Mesoveliidae	0	11		Patinadores
	Gerridae	0	11		Patinadores
Ord. Plecoptera	Perlidae	0	356	P	Aferrados
Ord. Megaloptera	Corydalidae	1	0	P	Aferrados
MALACOSTRACA					
Ord. Amphipoda	Hyalellidae	3	0	Fra, C	Nadadores
MAXILLOPODA					
COPEPODA					
Ord. Cyclopoida	Cyclopidae	2	0	P	Nadadores
OSTRACODA					
Ord. Podocopida	Superfamilia Darwinuloidea*	1	1	C, F, P	Minadores
ENTOGNATHA					
Ord. Collembola	Hypogastruridae	4	3	C	Patinadores
	Poduridae	0	1		Patinadores
	Isotomidae	0	5		Patinadores
	Sminthuridae	1	0		Patinadores
ARACHNIDA					
ACARI					
Ord. Trombidiformes	Grupo Hydrachnidia*	10	27	P	Apoyados

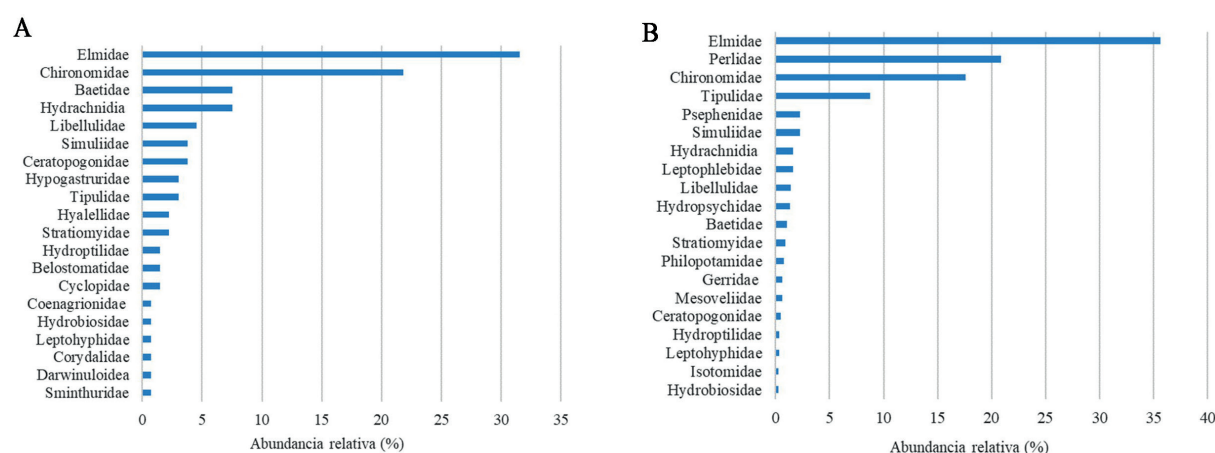


Figura 3. Representatividad numérica (%) de cada familia de artrópodos acuáticos en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca) en **A)** junio de 2024 y **B)** junio de 2025. Para mejor visualización, en **B)** sólo se representan las familias con abundancias iguales o superiores a 0,3%.

Figure 3. Numerical representation (%) of each aquatic arthropod family in Pampichuelas Stream (Concepción, Catamarca) in **A)** June 2024 and **B)** June 2025. For better visualization, only families with abundances equal to or greater than 0.3% are shown in **B)**.

Los taxones con menor representación fueron Baetidae (Ephemeroptera), 7,52%, Hydrachnida (Acari), 7,52% y Libellulidae (Odonata) con 4,51% (Figura 3 A).

Durante el año 2025, en cambio, la abundancia absoluta de artrópodos acuáticos fue de 1708 individuos, pertenecientes a 10 órdenes y 29 familias (Tabla 3), registrándose también organismos pertenecientes a Hydrachnida y Darwinuloidea, de familias indeterminadas (Tabla 2). La mayor representatividad numérica la presentó Coleoptera (37,81%), seguida de Diptera (29,96 %) y Plecoptera (20,71%), mientras que los restantes órdenes presentaron abundancias relativas inferiores al 4% (Figura 2). Las familias mejor representadas fueron Elmidae, (Coleoptera), con 35,43%, Perlidae (Plecoptera), con 20,71%, Chironomidae (Diptera), con 17,51% y Tipulidae (Diptera), con 8,67%. Las restantes familias tuvieron una representatividad inferior al 3% (Figura 3 B).

En cuanto a la riqueza de taxa (S , número de familias en cada orden), para el 2024 el orden con mayor valor fue Diptera (5), seguido por Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera y Collembola, con 2 familias cada uno. Los restantes órdenes (un 58% del total) registraron 1 familia cada uno (Tabla 2). Para el periodo siguiente (2025), los mayores valores de esta métrica los presentó Trichoptera (8 familias), seguido de Diptera (7) y Ephemeroptera, Coleoptera y Collembola con 3 familias cada uno. Crustacea (Copepoda y Ostracoda), Acari, y algunos órdenes de Insecta (Megaloptera y Plecoptera), presentaron baja riqueza (1 familia, respectivamente) (Tabla 2).

Tabla 3. Métricas biológicas (abundancia total, número de órdenes y familias, riqueza EPT, % EPT, relación EPT/Chironomidae y Baetidae/Ephemeroptera) e índices ecológicos (Diversidad de Shannon, H' y Dominancia de Simpson, D) de la comunidad de artrópodos acuáticos en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca), junio de 2024 y 2025. *No se incluyen en el recuento los taxa Hydrachnidia (Grupo) y Darwinuloidea (Superfamilia).

Table 3. Biological metrics (total abundance, number of orders and families, EPT richness, %EPT, EPT/Chironomidae and Baetidae/Ephemeroptera ratios) and ecological indices (Shannon Diversity, H' and Simpson's Dominance, D) of the aquatic arthropod community of the Pampichuelas stream (Concepción, Catamarca), in June 2024 and 2025. *Hydrachnidia (Group) and Darwinuloidea (Superfamily) are not included in the count.

		2024	2025
Métricas biológicas	Abundancia total	133	1708
	Número de órdenes	12	10
	Número de familias*	18	29
	Riqueza EPT	5	12
	% EPT	10,53	26,81
	EPT/Chironomidae	0,48	1,52
	Baetidae/Ephemeroptera	0,91	0,35
Índices ecológicos	Diversidad de Shannon (H' , log2)	3,27	2,87
	Dominancia de Simpson (D)	0,17	0,21

La riqueza y porcentaje de EPT (%) junto con las relaciones entre taxa tolerantes e intolerantes a la contaminación orgánica analizadas en ambos años (EPT/Chironomidae y Baetidae/Ephemeroptera) se resumen en la Tabla 3.

Con respecto a las características tróficas, el GFT dominante en ambos de años analizados fue el de los colectores, con representantes como Elmidae, Chironomidae, Baetidae, Collembola, etc, los cuales obtuvieron frecuencias relativas de 68,42% en 2024 y 57,79% en 2025 (Figura 4). Le siguieron en importancia los predadores (Perlidae, Corydalidae, Odonata, entre otros), con 21,05 % y 26,23 %, y los fragmentadores (Tipulidae, Hyalellidae), con 5,26 % y 8,78 %, en 2024 y 2025, respectivamente. Los filtradores (Simuliidae, Hydropsychidae, etc.), perforadores (Hydroptilidae) y raspadores (Psephenidae, Blephariceridae, entre otros) tuvieron escasa representación (Tabla 2, Figura 4).

El modo de vida más frecuente en ambos años fue el de los aferrados, con abundancias de 36,09% en 2024 y el 62,51% en 2025 (Figura 5). Estuvieron representados principalmente por Elmidae, Psephenidae (Coleptera), Perlidae (Plecoptera), Simuliidae (Diptera) e Hydropsichidae (Trichoptera). Le siguieron en importancia los minadores (principalmente Chironomidae y Tipulidae), representando un 25,56% y 27,42% en 2024 y 2025, respectivamente. Finalmente, el grupo apoyados (Libellulidae, Hydrachnidia, Stratiomyidae) alcanzó 18,80% y 4,92%, mientras que los nadadores (Baetidae, Belostomatidae, Cyclopidae, etc) estuvieron menos representados, con 15,04% y 3,28%, en 2024 y 2025, respectivamente. Las restantes categorías obtuvieron frecuencias inferiores a 4% en ambos años (Tabla 2, Figura 5).

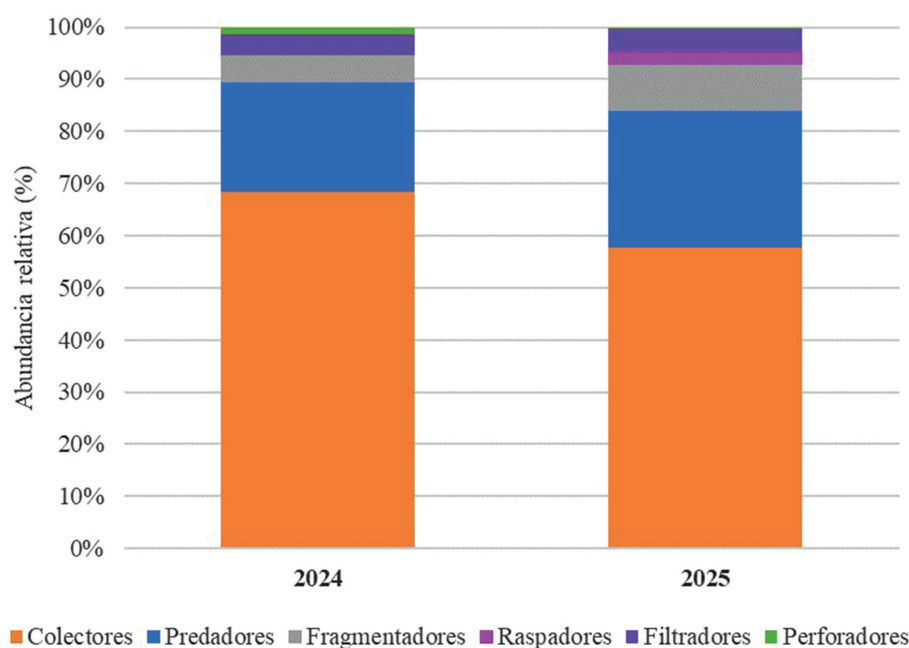


Figura 4. Abundancia relativa (%) de cada uno de los grupos funcionales tróficos (GFT) de los artrópodos acuáticos en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca), durante junio de 2024 y 2025.

Figure 4. Relative abundance (%) of each trophic functional group (TFG) of aquatic arthropods in Pampichuelas Stream (Concepción, Catamarca) during June 2024 and 2025.

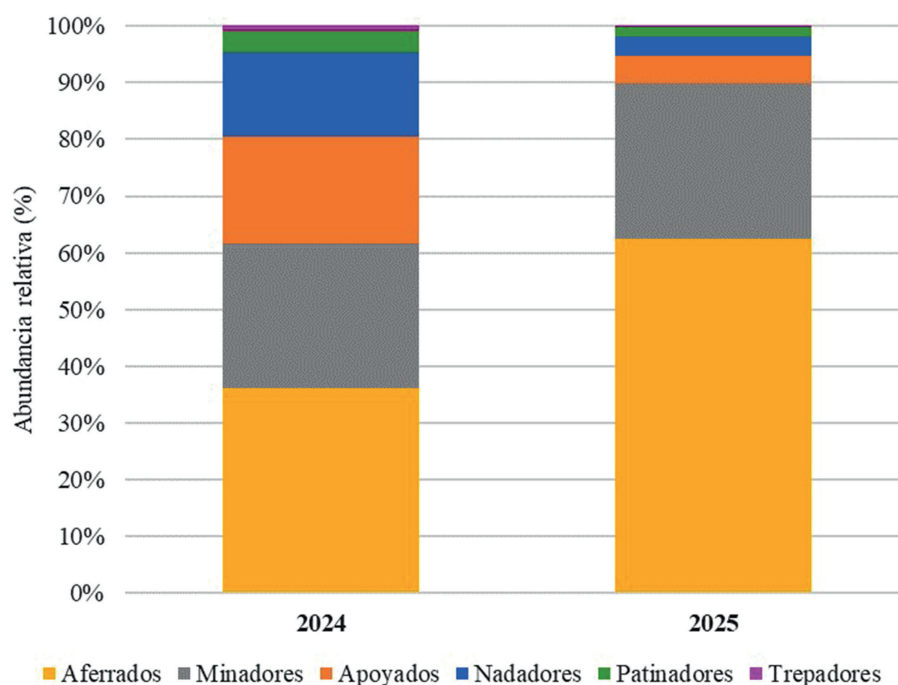


Figura 5. Abundancia relativa (%) de cada uno de los modos de vida de los artrópodos acuáticos presentes en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca), durante junio de 2024 y 2025.

Figure 5. Relative abundance (%) of each life mode of aquatic arthropods present in Pampichuelas Stream (Concepción, Catamarca) during June 2024 and 2025.

Tabla 4. Valores de los índices bióticos BMWP', ASPT' e IBF obtenidos a partir del análisis de la comunidad de artrópodos acuáticos en el arroyo Pampichuelas en junio de 2024 y 2025, junto a los valores guías (VG) y su significado.

Table 4. Values of the BMWP', ASPT', and IBF biotic indices obtained from the analysis of the aquatic arthropod community in the Pampichuelas stream, in June 2024 and 2025, along with the guideline values (VG) and their significance.

Índice	Valor 2024	VG y significado	Valor 2025	VG y significado
BMWP	68	>50 Aguas muy limpias	130	>50 Aguas muy limpias
ASPT	4,86	4,1-5,0 Levemente impactado	5,91	>5,1 Sin impacto
IBF	4,28	4,26-5,00 Calidad buena, algo de contaminación orgánica	3,54	0,00-3,75 Calidad excelente, sin contaminación orgánica aparente

Índices ecológicos

El índice de diversidad de Shannon (H' , $\log_2$) en 2024 alcanzó un valor de 3,27, mientras que la Dominancia de Simpson (D) fue de 0,17. Para 2025, estos índices arrojaron los valores: $H' = 2,87$ y $D = 0,21$ (Tabla 3).

La composición faunística de artrópodos acuáticos se asemejó en un 37,8% entre ambos años de estudio (índice de Similitud de Jaccard, calculado a partir de los datos de ocurrencia de taxa para cada año).

Índices bióticos

Los valores de los índices BMWP' ajustado para el NOA (Domínguez y Fernández, 1998), ASPT' (Klemm et al., 1990) e IBF (Hilsenhoff, 1988) obtenidos para ambos años de estudio, junto con los valores guía y significado de cada uno, se presentan en la Tabla 4. De manera general, se observó una tendencia a mayores valores de los dos primeros índices y una disminución en el valor del IBF, de un año a otro.

DISCUSIÓN

Las características ambientales analizadas en el arroyo Pampichuelas presentaron escasas variaciones entre 2024 y 2025 y estuvieron, en general, dentro de los rangos reportados por Ramos en 2017, para la misma estación del año. El agua presenta baja conductividad y es neutra a ligeramente alcalina, con valores de pH que se mantuvieron dentro del rango guía (6,5 a 8,5) para los distintos usos que se le da al recurso: consumo humano, actividades recreativas con contacto directo, actividades agropecuarias y protección de la vida acuática (Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires [AGOSBA], Obras Sanitarias de la Nación [OSN] y Servicio de Hidrografía Naval [SIHN], 1994).

La comunidad de artrópodos acuáticos perteneció en su mayor parte al complejo bentónico, el cual suele distribuirse espacial y temporalmente en los ecosistemas lóticos en un modelo agregado o de parches (Townsend, 1989), en respuesta a un mosaico discontinuo de condiciones abióticas y bióticas (Wantzen y Rueda Delgado, 2009). Diversos factores, tales como los períodos de emergencia de adultos, estacionalidad pluviométrica o viabilidad temporal de recursos, podrían explicar grandes incrementos en las abundancias de organismos de un momento a otro (Wantzen y Junk, 2006, Wantzen y Rueda Delgado, 2009). A ello se suman factores metodológicos (por ej. selección del sitio donde se colocó el muestreador, esfuerzo empleado, etc.), que, en conjunto, podrían explicar las diferencias en abundancia registradas entre un año y el otro en el arroyo Pampichuelas.

La estructura de la comunidad de artrópodos acuáticos estuvo dominada en ambos años por los órdenes Coleoptera, principalmente por la familia Elmidae, y Diptera, con Chironomidae. Elmidae es un grupo con sensibilidad frente a los sólidos en suspensión, con altos requerimientos de oxígeno disuelto y una marcada preferencia por aguas corrientes, por lo que son considerados buenos indicadores de calidad de agua (Archangelsky, 2001; Dos Santos y Reynaga, 2014). Con respecto a Chironomidae, constituye uno de los grupos más importantes del bentos por su abundancia y diversidad, presentando una amplia plasticidad ecológica, capacidad para colonizar diversos tipos de sustratos y tolerancia a la contaminación, siendo además indicadora de aguas mesoeutróficas y con abundante materia orgánica en descomposición (Paggi, 2003). Ambas familias constituyen componentes frecuentes del bentos en ríos y arroyos serranos y su dominancia en los ensambles acuáticos ya ha sido reportada por otros autores para el mismo arroyo (Ramos, 2017; Ferrer y Salas, 2011) y para otros ríos de la región (Vázquez, 2025).

La mayor riqueza (número de familias) total la presentaron Trichoptera y Diptera, coincidiendo con lo reportado por Ramos (2017) para la misma estación del año. Asimismo, patrones similares fueron registrados en otros ambientes serranos, como el río El Tala, (Ambato, Catamarca) (Colla et al., 2013, Jó Hernández, 2019). Con respecto a artrópodos no Insecta, como Crustacea (Amphipoda, Ostracoda y Copepoda), Acari y Collembola, el presente trabajo es el primero en registrar información sobre estos grupos para el arroyo Pampichuelas.

Tanto la riqueza de taxa EPT como la abundancia relativa de EPT en relación al total de organismos, tienden a disminuir frente a los disturbios (Prat et al., 2009). Los valores obtenidos de ambas métricas, junto con la proporción de taxa tolerantes e intolerantes (EPT/Chironomidae y Baetidae/Ephemeroptera) sugieren una mejoría en las condiciones ecológicas del arroyo entre 2024 y 2025, que podrían deberse a mayor cantidad de oxígeno disuelto y/o disminución de materia orgánica durante ese periodo, entre otros múltiples factores.

Especialmente la familia Perlidae (Plecoptera), obtuvo una representatividad numérica elevada durante el año 2025 (21%). Sus larvas son predadoras y están asociadas a cursos de agua rápidos, fríos y altamente oxigenados (Dos Santos y Reynaga, 2014). Las diferencias en abundancia observadas entre ambos años podrían responder a variaciones temporales y climáticas que modifican el régimen hidrológico, la disponibilidad de microhábitats y de alimento, la velocidad de flujo y la estabilidad del sustrato (Salas, 2007).

Los índices bióticos calculados indicaron una transición desde condiciones compatibles con aguas levemente impactadas, con algo de contenido orgánico en 2024, hacia un escenario de excelente calidad biológica, sin contaminación orgánica aparente en 2025. Valores semejantes, acordes con condiciones del agua de “buena” a “excelente”, fueron reportados para distintos arroyos serranos de la provincia (Colla et al., 2013; Salas et al., 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014; Ramos, 2017; Jó Hernández, 2019; Vázquez, 2025; Lencina y Salas, 2024).

Con respecto a la estructura trófica, dominaron los taxa colectores (C), con frecuencias superiores al 50% en ambos años. Este grupo cumple un importante rol ecológico mediante el “re- empaquetado” de las pequeñas partículas que consume en partículas más grandes (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2014). Su abundancia en el arroyo estudiado podría explicarse en el marco del concepto del río continuo (Vannote et al., 1980), donde los cambios en las comunidades lólicas están relacionados con los gradientes de los factores abióticos desde la cabecera hasta la desembocadura. De esta forma, los tramos medios de los ríos tienden a presentar una reducción en el tamaño del material particulado grueso (MOPG) a fino (MOPF), con lo cual, grupos tróficos como los colectores incrementan su importancia numérica en las comunidades acuáticas. Por otro lado, según Tomanova et al. (2006), las estrategias alimentarias que requieren mayor movilidad en la búsqueda de alimento (depredadores, raspadores), implican mayor exposición a la corriente y, por lo tanto, al riesgo de la deriva. Debido a esto, los organismos evitarían las limitaciones de las corrientes de agua con estrategias de alimentación de tipo colector. La abundancia de colectores también fue reportada para arroyos de Yungas, como Los Pinos (Concepción, Catamarca), donde representaron un 28,6% (Salas y L. de Grosso, 2008).

Los predadores, representados principalmente por plecópteros, odonatos y ácaros, constituyendo más del 20% de la abundancia relativa de las comunidades, en ambos años. Su función en los ecosistemas es fundamental, ya que posibilitan el flujo de energía hacia los niveles superiores de la cadena alimentaria y pueden controlar numéricamente las poblaciones de otros organismos (Cooper et al., 1990).

Los modos de vida predominantes fueron aferrados y minadores, sumando en conjunto 61% y 90% en 2024 y 2025, respectivamente. Los organismos con modo de vida aferrado presentan adaptaciones etológicas o morfológicas (ej. cuerpos fusiformes, uñas tarsales, producción de seda, etc.) para vivir en superficies expuestas a corrientes rápidas (Heino, 2005),

y suelen ser dominantes en corrientes de cabecera (Frady et al., 2007); mientras que los minadores, habitan en los sedimentos finos o se refugian de las corrientes enterrándose en acumulaciones de materia orgánica, donde algunos construyen madrigueras o tubos (Frady et al., 2007; Merritt y Wallace, 2009). La predominancia de estas formas en el arroyo Pampichuelas y la menor ocurrencia de grupos apoyados, nadadores y patinadores, podría estar relacionada con la presencia de corrientes rápidas durante el periodo estudiado (promedio de ambos años: 0,8 m/s).

Los valores de diversidad de Shannon (H' ; $\log_2$), si bien disminuyeron levemente entre 2024 y 2025 (3,27 y 2,87, respectivamente), se mantuvieron dentro de los rangos calculados por Ramos en 2017, quien reportó H' ($\log_2$) entre 2,8 y 3,7 en las distintas estaciones del año, y fueron superiores a los reportados para otros ríos serranos como El Simbolar (2,2 a 2,8) y El Tala (1,4 a 2,7) (Vázquez, 2025; Colla et al., 2013). Estos datos sugieren la existencia de ensamblajes acuáticos con elevada riqueza natural en el arroyo Pampichuelas, lo cual es constatado con registros faunísticos de Coleoptera: 12 géneros en 7 familias (Ferrer y Salas, 2011) y Odonata: 11 especies en 8 géneros y 6 familias, con un nuevo registro específico para Catamarca (De Bonis y Salas, 2024). Además de artrópodos, en este arroyo se registraron platelmintos, anélidos oligoquetos y nematomorfos (Salas, 2003; Salas y de Villalobos, 2011).

Aun cuando en este estudio los valores de diversidad de las comunidades de invertebrados acuáticos fueron elevados, factores como la deforestación y la remoción de suelo en las riberas para la construcción de caminos, observados principalmente en tramos del margen izquierdo del arroyo Pampichuelas, pueden afectar la estructura y función de la biota acuática. Estas acciones modifican las condiciones físicas del hábitat acuático al disminuir la cantidad de materia orgánica que ingresa al cauce, reducir la cobertura de sombra sobre el canal (Allan et al., 1997), lo que, a su vez, puede provocar un incremento en la temperatura del agua (Silva-Araújo et al., 2020; Giraldo et al., 2022), además de favorecer la erosión de las márgenes e incrementar el ingreso de sedimentos finos al río (Herbst et al., 2012), entre otros efectos. A nivel de las comunidades de invertebrados, la pérdida de cobertura ribereña ha sido asociada con una disminución de la riqueza, la diversidad, el porcentaje de EPT y la proporción de grupos fragmentadores (Silva-Araújo et al., 2020), lo cual refuerza la utilidad de estas comunidades como bioindicadores de cambios en la calidad ambiental.

El conjunto de métricas biológicas, rasgos estructurales y funcionales de las comunidades de artrópodos acuáticos, así como los índices ecológicos y bióticos analizados en un tramo del arroyo Pampichuelas permitieron establecer condiciones ambientales sin impacto y muy buena calidad del agua, como se reportó hace casi una década en el mismo ambiente (Ramos, 2017). La información sobre el estado ecológico de los cursos de agua serranos en la provincia continúa siendo fragmentaria y, para muchos ríos y arroyos, es inexistente.

Se remarca la importancia de realizar estudios periódicos en un mismo ambiente, a fin de obtener datos biológicos y ambientales de referencia (incluidos datos de oxígeno disuelto, nutrientes, entre otros), que posibiliten detectar perturbaciones en la calidad biológica del agua en este y otros cursos serranos semejantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al señor René Ernesto Ávila, por su acompañamiento y colaboración durante las campañas de muestreo. A la Lic. Melina De Bonis por su colaboración con la identificación taxonómica de Odonata. Al Mgtr. Mario del Valle Perea y Sr. René E. Ávila por aportar sus valiosos conocimientos sobre las características ambientales del arroyo Pampichuelas. A los revisores anónimos, cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar la calidad del manuscrito.

FINANCIAMIENTO

La realización de este trabajo fue financiada parcialmente a partir de fondos del Proyecto de Investigación y Desarrollo Interdisciplinarios (PIDI) 2024-2025 UNCA “Arroyo Pampichuelas (Concepción, Capayán, Catamarca). Estudio integral interdisciplinario del ecosistema para su conservación y puesta en valor”, a cargo de la Dra. Liliana B. Salas. Parte de los resultados aquí presentados formaron parte del trabajo final de Tesina y beca EVC-CIN Estímulo a las Vocaciones Científicas del Lic. Mathías Vázquez Sano.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses acerca de los contenidos del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires, Obras Sanitarias de la Nación, y Servicio de Hidrografía Naval. (1994). Río de la Plata: Calidad de aguas de la Franja Costera Sur (San Isidro-Magdalena). Informe de avance.
- Allan, J. D., Erickson, D. L., y Fay, J. (1997). The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology* 37, 149–161.

- 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*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Andrade, V. S., Arias, M. J., Capeletti, J., Del Rey, M., y Devercelli, M. (2022). *Ambientes acuáticos de la provincia de Santa Fe: Protocolos de monitoreo con perspectiva socioecológica*. Universidad Nacional del Litoral.
- Archangelsky, M. (2001). Coleoptera. En: Fernández H., y Domínguez, E. (Eds.). *Guía para la Determinación de Artrópodos Bentónicos Sudamericanos* (pp. 131-147). Editorial Universitaria de Tucumán.
- Arjona, M., Gómez, P., Salas, L., y Aybar, V. (2005). The relationship $(Ca^{2+}) + (Mg^{2+}) / (HCO_3^-)$ as indicator of the water quality in stream Pampichuelas. [Resumen] *Biocell*, 29 (1), 84.
- Ávalos Álamo, M. (2018). *Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en el río del Valle. Variación longitudinal y calidad de agua en las localidades de Isla Larga, Las Pirquitas y Banda de Varela*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., y Statzner, B. D. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 51, 495-523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Brandan, M. (2023). *Calidad biológica y química del agua del arroyo El Simbolar, tramo "Primer Paso", Concepción, Capayán, Catamarca*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Colla, M. F., César, I., y 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*, 73 (2), 357–366. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200016>
- Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. (2019). Agenda 2030. Argentina. Listado de Objetivos de Desarrollo Sostenible, Metas e Indicadores Nacionales 2019. Presidencia de la Nación. <https://www.argentina.gob.ar/objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods/nacion>
- Cooper, S. D., Walde, S. J., y Peckarsky, B. L. (1990). Prey exchange rates and the impact of predators on prey populations in streams. *Ecology*, 71, 1503-1514.
- Cummins, K., Merritt, R., y Andrade, P. (2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40, 69-89.
- Damborenea, C., Rogers, D. C., y Thorp, J. H. (Edits.). (2020). *Thorp and Covich's freshwater invertebrates: Volume 5: Keys to neotropical and Antarctic fauna* (4.^a ed.). Academic Press.
- De Bonis, M. A., y Salas, L. B. (2024). Análisis de la diversidad específica de Odonata (Insecta) en los arroyos Pampichuelas y El Simbolar, Capayán, Catamarca. En M. B. López (Comp.), *Diálogo, innovación y*

- fortalecimiento de prácticas integrales alineadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030* (p. 91). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca.
- Domínguez, E., y Fernández, H. R. (1998). *Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico* (Serie Conservación de la Naturaleza N.º 12). Fundación Miguel Lillo.
- Domínguez, E., y Fernández, H. R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Domínguez, E., Giorgi, A., y Gómez, N. (Comps.). (2020). *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina: Bases para el análisis de la integridad ecológica*. Eudeba. https://remaqua.conicet.gov.ar/download/libro/La-Bioindicacion-en-el-monitoreo-y-evaluacion-de-los-sistemas-fluviales-de-la-Argentina_compressed.pdf
- Dos Santos, D., y Reynaga, M. C. (2014). IBY-4: Una herramienta muy simple para biomonitoreo de ríos en el noroeste argentino. *Serie Monográfica y Didáctica*, (4), 53-56.
- Eggermont H., y Martens K. (2011). Preface: Cladocera crustaceans: sentinels of environmental change. *Hydrobiologia* 676: 1-7.
- Fernández, H., y Domínguez E. (Eds.) (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucumán.
- Ferrer, W., y Salas, L. (2011). Diversidad de Coleoptera (Insecta) bentónicos en el arroyo Pampichuelas (Concepción, Catamarca). *Huayllu-bios* 1, 83-84.
- Frady, C., Johnson, S., y Li, J. (2007). Stream macroinvertebrate community responses as legacies of forest harvest at the H.J. Andrews Experimental Forest, Oregon. *Forest Science*, 53(2), 281–293. <https://doi.org/10.1093/forestscience/53.2.281>
- Giraldo, L.P., Blanco-Libreros, J. F., Chará, J., Fernández, H. R., y Aguirre, N. (2022). Efecto de la deforestación ribereña sobre la materia orgánica particulada gruesa en quebradas con influencia ganadera de la región Andina de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 607–620. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v70i1.49020>
- Gutiérrez-Fonseca P. E. (2010). Plecóptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, (4), 139-148.
- Hankel, G. E., Emmerich, D., y Molineri, C. (2018). Macroinvertebrados bentónicos de ríos de zonas áridas del noroeste argentino. *Ecología austral*, 28(2), 435-445. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.645>
- Hanson, P., Springer, M., y Ramírez, A. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 3-37.
- Hauer, F., y Resh, V. (1996). Benthic Macroinvertebrates. En: Hauer F., y Lamberti, G. (Eds.): *Methods in Stream Ecology* (pp. 339-369). Academic Press United States of America.

- Heino, J. (2005). Functional biodiversity of macroinvertebrate assemblages along major ecological gradients of boreal headwater streams. *Freshwater Biology* 50, 1578-1587.
- Herbst, D., Bogan, M., Roll, S., y Safford, H. (2012). Effects of livestock exclusion on in-stream habitat and benthic invertebrate assemblages in montane streams. *Freshwater Biology* 57, 204-217.
- Hilsenhoff, W. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society* 7, 65-68.
- Jó Hernández, R. (2019). *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 de Graduación no publicada] Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Klemm, D. J., Lewis, P. A., Fulk, F., y Lazorchak, J. M. (1990). *Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters* (EPA/600/4-90/030). U.S. Environmental Protection Agency.
- Laprida, C., y Ballent, S. C. (2007). Ostrácoda. En H. H. Camacho (Dir.) *Los invertebrados fósiles* (Vol. II, pp. 599-624). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Lencina, I. E., y Salas, L. B. (2024). Calidad biológica del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, evaluada a través de insectos bentónicos como bioindicadores. *Lhawet Nuestro Entorno*, 9 (9), 27-34 <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/Lhawet/article/view/4725>
- Lizarralde de Grosso, M. (2001). Díptera: Generalidades. En Fernández, H., y E. Domínguez (Eds.). *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucumán, 155-166.
- Lopretto, E. C., y Tell, G. (Eds.). (1995). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio* (Vols. 1-3). Ediciones Sur.
- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral.
- Martínez, G., Sánchez, R. T., Canelo, R., Yañez, F., Garro, R., Cuestas, M., Aguirre Valles, T., Antonena, S., y Castro, L. (2024). Nuevos registros documentados de *Hippocamelus antisensis* (d'Orbigny, 1834) en las Sierras de Ambato, Catamarca, República Argentina. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos*, 6, e24.03.5. <https://doi.org/10.31687/SaremNMS24.03.1>
- Merritt, R. W., y Cummins, K. W. (2006). Trophic relationships of macroinvertebrates. En F. R. Hauer y G. A. Lamberti (Eds.), *Methods in Stream Ecology* (2.^a ed., pp. 585-609). Academic Press / Elsevier.
- Merritt, R. W., y Cummins, K. W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America* (3.^a ed.). Kendall/Hunt Publishing Company.
- Merritt, R. W., y Wallace, J. B. (2009). Aquatic habitats. En Resh, V. H., y Cardé R. T. (Eds.), *Encyclopedia of insects* (2.^a ed., pp. 38-48). Academic Press.

- Miserendino, M. L., Casaux, R., Archangelsky, M., Di Prinzio, C., Brand, C., y Kutschker, A. M. (2011). Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of The Total Environment*, 409 (3), 612-624. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.10.034>
- Moschione, F. N., Lizárraga, L., Nale, M. E., y Sánchez, M. E. (2022). *Creación de un área protegida nacional en el sector austral de las Sierras de Ambato, provincia de Catamarca*. Dirección Regional Noroeste, Administración de Parques Nacionales. https://sib.gob.ar/archivos/INFORME_APN_CATAMARCA.pdf
- Paggi, A. C. (2003). Los quironómidos (Diptera) y su empleo como bioindicadores. *Biología Acuática*, (21), 50–57.
- Perea, M. del V., y Salas, L. (2007). Caracterización ecológica de la cuenca río Pampichuelas (Concepción, Departamento Capayán. Catamarca). *Huayllu-bios 1*, 23-24 <https://exactas.unca.edu.ar/HUAYLLUBIOS/num-1/5.pdf>
- Perea, M. del V., Pedraza, G., Luceros, J. del V., y Fra, A. E. (2007). *Relevamiento de flora arbórea autóctona en la provincia de Catamarca*. Consejo Federal de Inversiones. <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/relevamiento-de-flora-arborea-autoctona-en-la-provincia-de-catamarca/>
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., y Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En Domínguez, E., y Fernández, H. R. (Eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología* (pp. 631–654). Fundación Miguel Lillo.
- Ramírez, A., y Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, 62, (Supl. 2), 155-167. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000600011&lng=en&tlng=es
- Ramos, I. (2017). *Evaluación de la calidad biológica del agua del arroyo Pampichuelas aplicando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Ramos, I., & Salas, L. (2010). Evaluación de la calidad de agua del arroyo Pampichuelas a través de insectos bentónicos como bioindicadores. En *Libro de resúmenes del V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida*. Universidad Nacional de Catamarca.
- Reinoso Franchino, D. (2024). *Artrópodos bentónicos como indicadores biológicos de calidad de agua del arroyo “El Simbolar”, Concepción, Capayán, Catamarca*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Rojas, C., & Roldán G. (2022). Servicios ecosistémicos y elementos de gestión de los sistemas acuáticos. En Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (Eds) *Fundamentos de limnología Neotropical* (3ra ed., pp. 671-678). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

- Romero, N. (2023). *Ensamble de insectos bentónicos en un tramo del río Los Ángeles, Capayán, Catamarca y su aplicación como bioindicadores de calidad de agua*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Salas L. (1997). *Contribución al conocimiento de la biodiversidad de invertebrados bentónicos del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca)*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Salas, L. (2003). Análisis preliminar de la biodiversidad del macrobentos en cursos de agua pertenecientes a la cuenca del Río del Valle (Catamarca, Argentina). En *Congreso Regional de Ciencia y Tecnología NOA 2003: Sección Ciencias de la Tierra y el Ambiente*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Catamarca. <https://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVOS/NOA2003/Ciencias%20de%20la%20Tierra%20y%20Ambiente/An%C3%A1lisis%20preliminar%20de%20la%20biodiversidad%20del%20macrobentos.pdf>
- Salas, L. (2007). *Biodiversidad de insectos bentónicos de un arroyo de Yungas de la provincia de Catamarca*. [Tesis de Maestría no publicada]. Universidad Nacional de Tucumán.
- Salas, L., & de Villalobos, C. (2011). Diversidad de Gordiida (Nematomorpha) en cursos de agua del departamento Capayán (Catamarca, Argentina) [Resumen P-143]. *XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán*. https://www.asobioltuc.com/uploads/archivos/1503952608_MjAxMSAtIFhYVklJSSBKT1JOQURBUyBDSUVOVEIGSUNBUy5wZGY%3D.pdf
- Salas, L., Gómez, P., Arjona, M. & Aybar, V. (2004). Physicochemical and biological quality of water for human consumption and irrigation Pampichuelas stream. Concepción. Catamarca [Resumen]. *Biocell*, 28(1), 51.
- Salas, L., & L. de Grosso, M. (2008). Benthonic insects fauna of a water stream of the Yungas of Catamarca, Argentina: classification of functional trophic groups [Resumen]. *Biocell* 32(2), A87.
- Salas, L., Mestrocoldi, T., Gomez, P. & Salim Rosales, C. (2013). Evaluation of the water quality of El Arbolito stream through biotic rates [Resumen]. *Biocell* 37 (2), A48.
- Silva-Araújo, M., Silva-Junior, E. F., Neres-Lima, V., Feijó-Lima, R., Tromboni, F., Lourenço-Amorim, C., Thomas, S. A., Moulton, T. P., & Zandonà, E. (2020). Effects of riparian deforestation on benthic invertebrate community and leaf processing in Atlantic forest streams. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.09.004>
- Soto Ramos, U. (2019). *Ensamble de macroinvertebrados bentónicos y evaluación de la calidad del agua del Río Los Puestos. Ambato, Catamarca, Argentina*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.

- Tomanova, S., Goitia, E., & Helešic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556(1), 251–264. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1255-5>
- Townsend, C. R. (1989). The patch dynamics concept of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 8(1), 36–50.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 130–137.
- Vázquez, C. (2025). *Ensamblaje de insectos bentónicos en tres tramos del arroyo El Simbolar, Capayán, Catamarca, y su aplicación como bioindicadores de calidad de agua*. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional de Catamarca.
- Wantzen, K. M., & Junk, W. J. (2006). Aquatic-terrestrial linkages from streams to rivers: biotic hot spots and hot moments. *Archiv für Hydrobiologie Supplementbände*, 158(4), 595–611. <https://doi.org/10.1127/lr/16/2006/595>
- Wantzen K. M., & Rueda-Delgado, G. (2009). Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. En Domínguez, E., & Fernández, H. (Eds) *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Zelarayán Medina, G., & Salas, L. B. (2014). Aquatic macroinvertebrates and water quality in a stretch of River Ambato [Resumen]. *Biocell*, 38(Suppl. 4), A30.