

## Análisis preliminar de la condición ecológica y estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados de los ríos Paño y La Almona



**Graciela Cecilia GOMEZ**

Instituto de Biología de la Altura (INBIAL)-CONICET, UNJu

Cátedra Ecología Humana, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (FHyCS), UNJu  
gracielagomez@inbial.unju.edu.ar



## Análisis preliminar de la condición ecológica y estructura de los ensambles de macroinvertebrados de los ríos Paño y La Almona

**Graciela Cecilia GOMEZ**

Instituto de Biología de la Altura (INBIAL)-CONICET, UNJu

Cátedra Ecología Humana, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (FHyCS), UNJu

gracielagomez@inbial.unju.edu.ar

Fecha de recepción: 10.12.2021

Fecha de aceptación: 06.05.2022

### Resumen

La posible instalación de un crematorio en la localidad de Los Paños (San Antonio, Jujuy) ha producido el rechazo de sus habitantes quienes consideran que el proyecto pondría en peligro la salud humana y ambiental. Este hecho motivó la realización de un informe ambiental, del cual surge el presente trabajo. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis preliminar de la fauna bentónica y del estado ecológico de los ríos Paño y La Almona durante un periodo hidrológico (aguas altas). Se realizó una campaña de muestreo en el periodo lluvioso del año 2019. En cada río se registraron in situ los parámetros físico-químicos y se recolectaron macroinvertebrados con una red Surber. Para determinar la calidad del agua se aplicaron los índices BMWP, EPT, %EPT, EIPT, IBY-4 y riqueza de familias. Los parámetros físico-químicos de ambos ríos presentaron valores normales. Se colectaron un total de 254 individuos, de los cuales el 96% correspondió a la clase Insecta. El río Paño presentó mayor densidad total ( $578 \text{ ind/m}^2$ ) y riqueza taxonómica (26 taxa) que el río La Almona ( $363 \text{ ind/m}^2$ , 19 taxa). El ensamble de macroinvertebrados del río Paño estuvo dominado por *Leptohyphes Eaton* (Ephemeroptera) mientras que en el río La Almona el más abundante fue *Baetodes Needham* y *Murphy* (Ephemeroptera). Los índices bióticos señalaron que las aguas de ambos ríos no se encuentran impactadas. Es necesario continuar el monitoreo en diferentes temporadas hidrológicas y ampliar los sitios de muestreo. Se recomienda la preservación de las condiciones actuales del ambiente y de sus recursos hídricos.

**Palabras Clave:** yungas, recursos hídricos, macroinvertebrados acuáticos, índices bióticos, salud ambiental

**Cita sugerida:** Gomez, G. C. (2022). Análisis preliminar de la condición ecológica y estructura de los ensambles de macroinvertebrados de los ríos Paño y La Almona. *Investigaciones, Ensayos y Experiencias*, V(5), 177-189. Disponible en: <https://ies7-juj.infed.edu.ar/sitio/publicaciones/>

## Introducción

Los ríos constituyen un sistema de circulación lineal para trasladar sedimentos y fluidos vitales a través de las cuencas hidrográficas, realizando complejas reacciones dinámicas, mecánicas, energéticas, químicas y bioquímicas, con el propósito de dar sustento en todo su recorrido a la vida en sus diferentes formas (Campoblanco Díaz y Gomero Torres, 2000). Además de los nutrientes, los ríos reciben una enorme cantidad de sustancias de naturaleza muy variada, incluyendo compuestos de elevada toxicidad y persistencia. Estos compuestos causan impactos en los ecosistemas fluviales, sobre todo cuando se acumulan a través de las tramas tróficas (Elosegi y Sabater, 2009).

La creciente contaminación de los cursos de agua, que en algunos casos hace que ese recurso ya no sea utilizable o bien haya disminuido su valor, hace necesario ejercer su control y vigilancia (Vallanía et al., 1996). Durante mucho tiempo los monitoreos se han basado en la medición de variables físicas, químicas y bacteriológicas, pero el valor de sus resultados es muy restringido temporalmente. En este contexto surge como una alternativa el uso de organismos acuáticos, que están adaptados a estos ambientes y dada su diferente capacidad de tolerancia pueden ser utilizados para estimar el grado de impacto en caso de que lo hubiere (Domínguez y Fernández, 1998).

Los macroinvertebrados bentónicos son invertebrados que cuentan con un tamaño superior a 500  $\mu\text{m}$  y que, además, mantienen una relación directa con el lecho acuático al menos durante alguna etapa de su ciclo vital (Hauer y Resh, 2006). Estos organismos son ampliamente utilizados como indicadores en el biomonitoreo de agua dulce (Bonada et al., 2006).

Considerando la problemática del agua en el mundo y el avance de las actividades económicas de alto impacto ambiental, se vuelve prioritario el desarrollo de investigaciones tendientes a impulsar el conocimiento de los ecosistemas acuáticos (Hankel et al., 2018). En la provincia de Jujuy, la posible instalación de un crematorio en la localidad de Los Paños (Dpto. San Antonio) ha producido el rechazo de sus habitantes, quienes consideran que el proyecto pondría en peligro la salud humana y ambiental, dado que estos ríos los proveen de agua y otros recursos. Al respecto, Montenegro (2019) señala que los incineradores dedicados a la quema de cadáveres son una fuente real y demostrable de contaminación del aire y el suelo, y a través de estas vías del agua y de otros medios, debido a que los contaminantes producidos en la zona buffer pueden movilizarse fuera del sistema hacia las aguas subterráneas por fenómenos de infiltración y hacia otras zonas por arrastre de las aguas de lluvias (escorrentía). Los vecinos autoconvocados acudieron a investigadores locales para solicitar la realización de un informe sobre la situación ambiental de la zona, para ser presentado ante las autoridades de gestión municipal y provincial. En el informe ambiental se abordaron las siguientes temáticas: etnobiología, aves, anfibios, mamíferos y macroinvertebrados. El presente trabajo deriva de dicho documento.

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis preliminar de la fauna bentónica y el estado ecológico de los ríos Paño y La Almona (Jujuy-Argentina) durante un periodo hidrológico (aguas altas).

### Materiales y métodos

#### Área de estudio

El área de estudio corresponde a la ecorregión de Yungas, que se caracteriza por un clima cálido y húmedo a subhúmedo, las altitudes varían entre 400 a 3.000 m.s.n.m. Las precipitaciones estivales son del orden de los 900-1.000 mm anuales. Durante los meses más fríos, la condensación y captación del agua de las neblinas que caracterizan a estas "selvas nubladas" compensan la ausencia de lluvias. Los suelos presentan un desarrollo incipiente y abundante materia orgánica (Burkart et al., 1999).

La principal actividad económica de la zona es la ganadería extensiva bajo monte y en menor medida la producción maderera y el turismo rural. Los habitantes no poseen un sistema de provisión de agua potable, el abastecimiento se produce a partir de los ríos Paño y La Almona y de vertientes naturales cercanas a los domicilios.

Se seleccionaron dos sitios de muestreo: río Paño ( $24^{\circ}18'14''$  S;  $65^{\circ}24'54''$  O; 1.700 m.s.n.m.) y río La Almona ( $24^{\circ}16'32''$  S;  $65^{\circ}24'31''$  O; 1.600 m.s.n.m.) los cuales se encuentran distanciados entre sí por 3,5 km aproximadamente, ambos ríos son tributarios del río Los Alisos (Fig.1 y 2). El río La Almona corresponde al Departamento Dr.Manuel Belgrano, mientras que el río Paño se localiza en el Departamento San Antonio.

**Figura 1:** Mapa del área de estudio



**Figura 2:** Sitios muestreados (a) río La Almona. (b) río Paño



### **Caracterización físico-química de las aguas**

Se realizó un muestreo en enero del año 2019, correspondiente al periodo lluvioso para medir parámetros físicos y químicos de los ríos, así como para recolectar invertebrados. Con una sonda multiparamétrica (Oakton PCD650) se registraron *in situ* los siguientes parámetros: oxígeno disuelto (mg/l), temperatura ( $^{\circ}$ C), pH, NaCl (ppm), sólidos disueltos totales (ppm) y conductividad eléctrica ( $\mu$ S). Además, se determinaron el tipo de sustrato dominante, la velocidad de corriente (m/s), el ancho del lecho húmedo (m) y la profundidad promedio (cm). El caudal ( $m^3/s$ ) se calculó utilizando el método de aforo basado en la determinación del área de la sección transversal y la velocidad de corriente.

### **Recolección e identificación de invertebrados acuáticos**

En cada río se recolectaron macroinvertebrados bentónicos con red Surber de  $0,09 \text{ m}^2$  y  $250 \mu\text{m}$  de abertura de malla. Se tomaron tres réplicas por sitio en zonas de rápidos o correderas ( $n=6$ ), separadas cada 100 metros para garantizar la independencia entre muestras. Se promediaron las abundancias de los diferentes taxa en las réplicas expresándose como individuos por metro cuadrado ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ). Los ejemplares de invertebrados obtenidos en campo fueron separados y cuantificados bajo lupa estereoscópica y conservados en alcohol 70%. La identificación de los taxa se realizó siguiendo las claves de Domínguez y Fernández (2009). El material se depositó en la colección del Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) de la Universidad Nacional de Jujuy.

### **Análisis de los datos**

Para la caracterización de los ensamblajes de macroinvertebrados se calculó la densidad, expresada como individuos por metro cuadrado ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) y la serie de los números de Hill que permite calcular el número efectivo de especies en una muestra. Esta serie es una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa, considera valores de  $q$  de 0 a 2, donde  $q=0$  equivalente a la riqueza de géneros,  $q=1$  equivalente al exponencial de la entropía de Shannon y  $q=2$  equivalente a la inversa del índice de Simpson (Moreno, 2001).

Para conocer cuáles fueron los taxa dominantes en cada río se graficaron curvas de rango-abundancia. Este método ordena a las especies en rango de mayor a menor abundancia brindando información sobre el nivel de dominancia y la presencia de especies raras en la comunidad (Armada, 2007).

### **Aplicación de índices basados en macroinvertebrados**

A fin de determinar la calidad del agua se aplicaron los índices BMWP modificado para la región (Domínguez y Fernández, 1998), número de taxa de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) y %EPT (Carrera y Fierro, 2001), número de taxa de Elmidae, Plecoptera y Trichoptera (EIPT) (von Ellenrieder 2007), índice biótico de Yungas (IBY-4) (Dos Santos et al., 2011) y riqueza de familias (RF). Para distinguir los ríos sanos de los deteriorados se utilizó como referencia la escala propuesta por Dos Santos et al. (2011) cuyos valores indican perturbación:  $\text{BMWP} \leq 66$ ,  $\text{EPT} \leq 8$ ,  $\text{EIPT} \leq 4$ ,  $\text{IBY-4} \leq 2$ , y  $\text{Rf} \leq 14$ .

## **Resultados**

### **Descripción de las características físico-químicas del agua**

- Las variables ambientales de ambos ríos mostraron valores normales para la región (Tabla 1).
- La temperatura del agua varió entre  $16^\circ\text{C}$  (Paño) y  $18^\circ\text{C}$  (La Almona).
- Las aguas fueron clasificadas como neutras con leve tendencia a la alcalinidad, con valores de pH de 7,9.
- La salinidad en sus diversas expresiones (CE, NaCl, SDT) fue baja, principalmente en el río Paño.
- Las muestras de ambos ríos presentaron valores de oxígeno disuelto superior al 70%.
- Las variables ancho del lecho húmedo, profundidad, velocidad de corriente y caudal presentaron mayores valores en el río La Almona.

**Tabla1**

Características físico-químicas de los ríos Paño y La Almona (Jujuy-Argentina) medidas en la estación húmeda del año 2019. CG=cascajo grueso, GR=grava.

Parámetros ambientales	río Paño	río La Almona
T° (°C)	15,9	18,0
pH	7,9	7,9
CE (µS/cm)	103,2	156,9
SDT (ppm)	33,9	57,2
NaCl (ppm)	51,3	75,5
O <sub>2</sub> (mg/l)	7,4	7,2
Ancho del lecho húmedo (m)	4,6	5,7
Profundidad promedio (cm)	19,8	34,0
Velocidad promedio (m/s)	1,0	1,7
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	0,9	3,4
Sustrato dominante /subdominante	CG (32- 64 mm)/ GR (9-16 mm)	CG (32- 64 mm) / GR (9-16 mm)

#### Comunidad de invertebrados acuáticos

Se colectaron un total de 254 individuos pertenecientes a 29 taxa. Del total de ejemplares el 96% correspondió a la clase Insecta y el resto a Crustacea, Acari, Collembola, Oligochaeta e Hirudinea (Tabla 2).

**Tabla2**

Densidad (ind/m<sup>2</sup>) de los macroinvertebrados bentónicos de los ríos Paño y La Almona (Jujuy-Argentina) correspondientes al período de aguas altas del año 2019.

Phylum	Orden	Taxón	Paño	La Almona	
Arthropoda	Ephemeroptera	<b>Baetidae</b>			
		<i>Baetodes</i>	59,6	96,30	
		<i>Camelobaetidius</i>	81,48	77,78	
		<i>Nanomis</i>	3,70	0,00	
		<b>Leptohyphidae</b>			
		<i>Leptohyphes</i>	107,41	11,11	
		<b>Leptophlebiidae</b>			
		Leptophlebiidae	48,15	48,15	
		Plecoptera	<b>Perlidae</b>		
			Perlidae larva	74,07	7,41

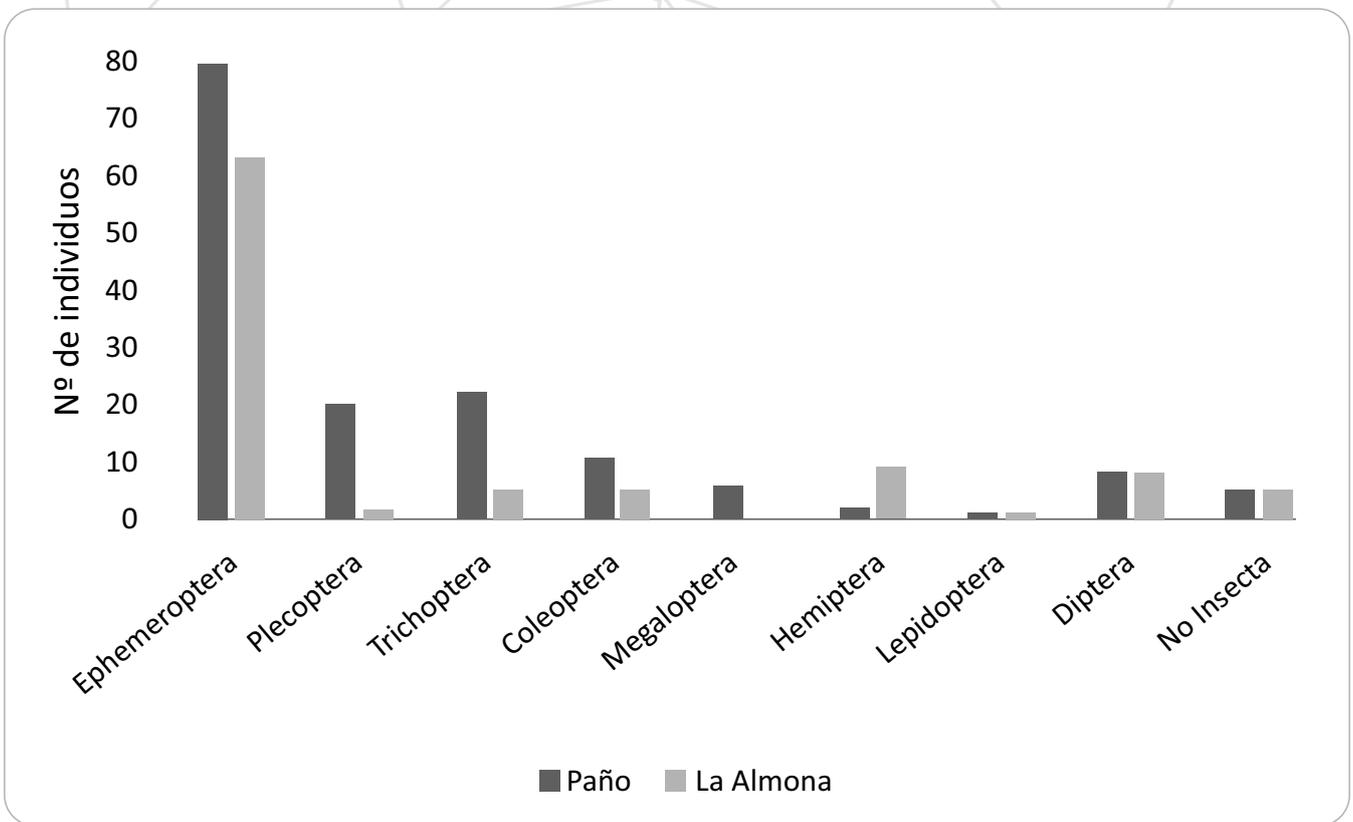
	Trichoptera	<b>Hydroptilidae</b>		
		<i>Metrichia</i>	3,70	3,70
		<b>Hydropsychidae</b>		
		<i>Smicridea</i>	51,85	11,11
		<b>Helichopsychidae</b>		
		<i>Helicopsyche</i>	22,22	3,70
		<b>Odontoceridae</b>		
		Odontoceridae larva	3,70	0,00
	Coleoptera	<b>Elmidae</b>		
		Elmidae larva	29,63	7,41
		<b>Psephenidae</b>		
		Psephenidae larva	7,41	0,00
		<b>Staphilinidae</b>		
		Staphilinidae adulto	3,70	11,11
	Megaloptera	<b>Corydalidae</b>		
		<i>Corydalus</i>	22,22	0,00
	Hemiptera	<b>Veliidae</b>		
		Veliidae ninfa	3,70	0,00
		<b>Gelastocoridae</b>		
		Gelastocoridae ninfa	3,70	0,00
		<b>Gerridae</b>		
		Gerridae ninfa	0,00	33,33
	Lepidoptera	<b>Pyralidae</b>		
		Pyralidae larva	3,70	3,70
	Diptera	<b>Chironomidae</b>		
		Orthocladinae larva	11,11	11,11
		Tanypodinae larva	7,41	7,41
		Chironomidae pupa	3,70	3,70
		<b>Ceratopogonidae</b>		
		Ceratopogonidae larva	0,00	3,70
		<b>Tipulidae</b>		
		Tipulidae larva	7,41	3,70
	-	Collembola	3,70	14,81
	Amphipoda	<i>Hyalella</i>	3,70	0,00
	-	Ostracoda	3,70	0,00
	-	Acari	3,70	0,00
Annelida	-	Hirudinea	3,70	0,00
	Haplotaxida	Naididae	0,00	3,70

Dentro de Insecta, el orden más abundante en ambos ríos fue Ephemeroptera (Fig. 3). Los órdenes de insectos del río Paño que presentaron mayor riqueza de familias fueron: Trichoptera con cuatro familias, seguido en orden decreciente por Ephemeroptera y Coleoptera con tres familias cada uno, mientras que en el río La Almona los órdenes con mayor riqueza familiar fueron Trichoptera, Ephemeroptera y Diptera con tres familias cada uno (Tabla 2).

El río Paño presentó mayor densidad total ( $578 \text{ ind/m}^2$ ) y riqueza taxonómica (26 taxa) que el río La Almona ( $363 \text{ ind/m}^2$ , 19 taxa). Al incluir todos los taxa y sus abundancias relativas en la medida de diversidad de orden 1 ( $q = 1$ ) se encontró que el río Paño fue más diverso que el río La Almona (13 y 10 taxa efectivos, respectivamente). Por otro lado, según la medida de diversidad de orden 2 ( $q = 2$ ) que toma en cuenta las especies comunes, ambos ríos presentaron una diversidad similar (Tabla 3).

**Figura 3**

*Abundancia de los órdenes de Insecta en los ríos Paño y La Almona, durante el periodo de aguas altas del año 2019.*



**Tabla 3**

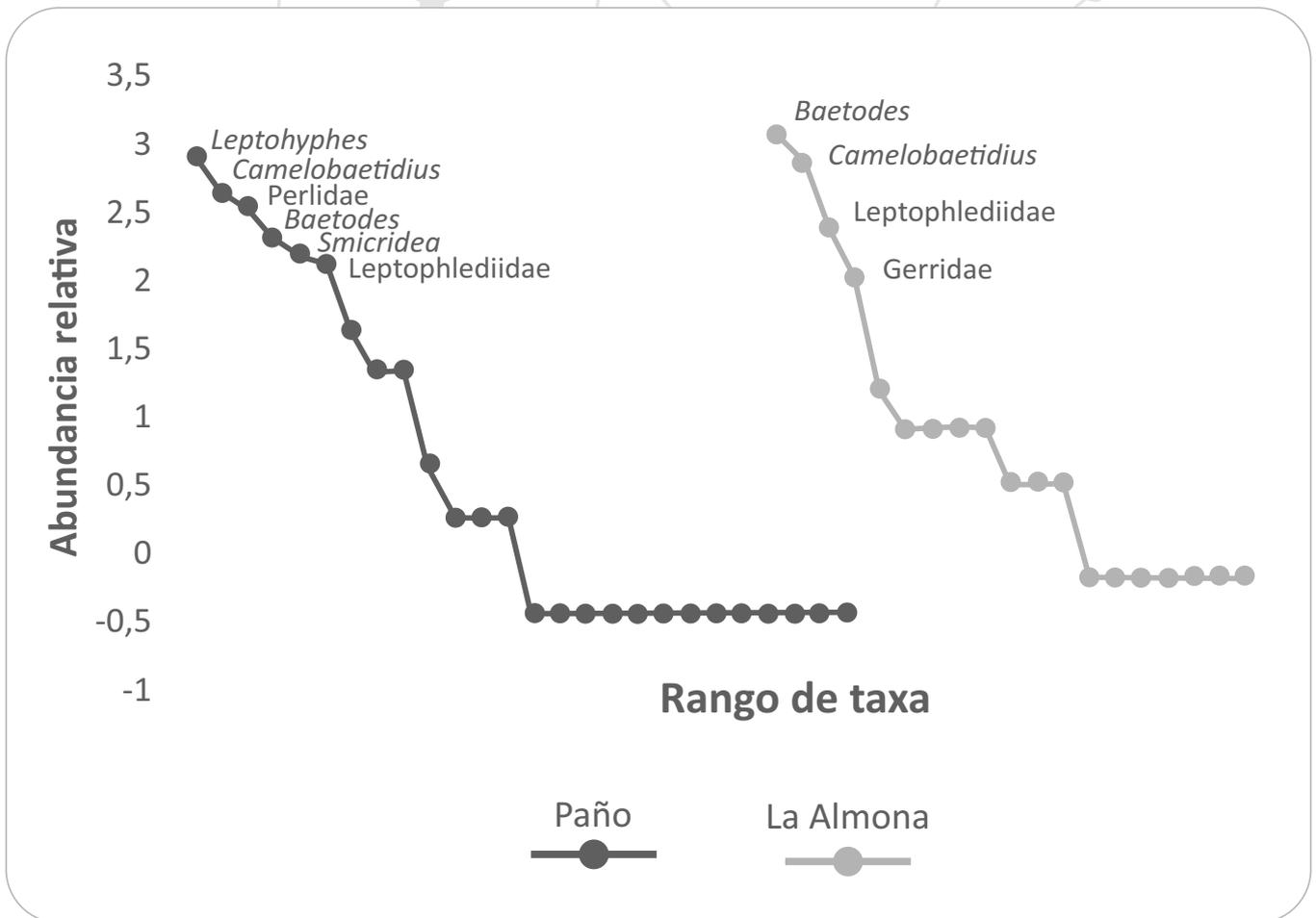
*Valores de abundancia y diversidad de la serie de Hill de los ríos Paño y La Almona, durante el periodo de aguas altas del año 2019.*

Río	Densidad total ( $\text{ind/m}^2$ )	q = 0	q = 1	q = 2
Paño	577,8	26,0	13,2	1,1
La Almona	363,0	19,0	9,9	1,2

Las curvas de rango abundancia indicaron que el ensamble de macroinvertebrados del río Paño estuvo dominado por *Leptohyphes* Eaton (Ephemeroptera) (19%), seguido por *Camelobaetidius* Demoulin (Ephemeroptera) (14%), Perlidae (Plecoptera) (13%), *Baetodes* Needham y Murphy (Ephemeroptera) (10%), *Smicridea* McLachlan (Trichoptera) (9%) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera) (8%). Por otro lado, en el río La Almona los taxa más abundantes fueron *Baetodes* (27%), *Camelobaetidius* (21%), Leptophlebiidae (13%) y Gerridae (Hemiptera) (9%) (Fig.4).

**Figura 4**

Curva de rango abundancia de los taxa de macroinvertebrados acuáticos presentes en los ríos muestreados.



**Aplicación de índices basados en macroinvertebrados**

Todos los índices bióticos señalaron que las aguas de los ríos Paño y La Almona se encuentran en buen estado, sólo el EPT indicó disturbio en el río La Almona.

Por otro lado, la métrica %EPT mostró que las comunidades acuáticas de ambos ríos están constituidas mayoritariamente por organismos considerados sensibles a la contaminación, cuyos valores oscilaron entre 71% en el río La Almona y 79% en el río Paño.

En la tabla 4 pueden observarse los valores de los índices obtenidos en ambos ríos.

**Tabla 4**

Valores de los índices bióticos obtenidos en los dos ríos muestreados en aguas altas. \*Indica sitio perturbado.

	BMWP	EPT	%EPT	IBY-4	EIPT	RF
Paño	141	10	79	4	6	22
La Almona	97	8*	71	3	5	16

## Discusión

Los parámetros físico-químicos de los ríos Paño y La Almona mostraron valores normales, similares a los registrados en otros ríos de Yungas del NOA (Pizzolini, 2012; Colla et al., 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014; Pero et al., 2019). De acuerdo a lo esperado, ninguno de los ríos mostró estar impactado según los parámetros medidos.

Los ambientes lóticos, especialmente los ríos de aguas limpias y bien oxigenadas, son los ecosistemas de agua dulce que albergan la mayor diversidad de macroinvertebrados (Hanson et al., 2010). En este estudio la composición de macroinvertebrados bentónicos de los ríos Paño y La Almona fue coincidente con los reportados para otros cursos de agua de Jujuy y de la región del Noroeste Argentino (Fernández et al., 2001; Fernández et al., 2002; von Ellenrieder 2007; De Paul et al., 2012; Pizzolini, 2012; Colla et al., 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014; Gomez, 2020).

El número de taxa hallados en esta investigación (29 en total, Paño: 26; La Almona: 19) fue superior al informado para otros ríos de montaña de Catamarca, donde Colla et al. (2013) registraron 25 familias y Zelarayán Medina y Salas (2014) 19 taxa, pero inferior respecto a otros cuerpos de agua del NOA, donde Fernández et al. (2001) registraron 78 taxa; Fernández et al. (2002) 33 taxa y Pizzolini (2012) 39 taxa. Cabe mencionar que puede existir una subestimación de la diversidad taxonómica debido a que algunos taxa fueron identificados a nivel de familia, por lo tanto se espera que los valores encontrados aumenten cuando se continúe con las determinaciones a nivel genérico o específico.

Ladrera et al., (2013) sostienen que uno de los grupos de macroinvertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos, en coincidencia con los autores, en este estudio los ensamblajes bentónicos de los ríos Paño y La Almona estuvieron dominados por la clase Insecta, condición que también fue demostrada en ríos de montaña con características ambientales similares (Fernández et al., 2002; Romero et al., 2014; Zelarayán Medina y Salas, 2014; Gomez, 2020).

El orden Ephemeroptera es un componente importante en los ecosistemas acuáticos (Domínguez, 1998), sus ninfas se encuentran en casi todo tipo de cuerpos de agua, aunque en mayor abundancia y diversidad en ríos y arroyos de fondos rocosos (Flowers y De la Rosa, 2010). En este trabajo fue el grupo que más contribuyó en la abundancia de los ensamblajes de ambos ríos, resultados similares fueron registrados en otros ríos de montaña de Jujuy, tales como los de la cuenca del río Reyes, ríos Yala y Morado (De Paul et al., 2012; Pizzolini, 2012; Romero et al., 2014).

Los órdenes con mayor riqueza de familias fueron Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera y Diptera, en concordancia con los estudios realizados en ríos subtropicales de las provincias de Jujuy (Romero et al., 2014) y Catamarca (Colla et al., 2013).

La diversidad y abundancia de invertebrados del río Paño fue mayor a la del río Almona, ambos estuvieron dominados principalmente por ninfas de los géneros Leptohiphes, Camelobaetidius y Baetodes. En coincidencia, De Paul et al. (2013), Pero et al. (2019) y Gomez (2020) mencionan que estos taxa fueron

abundantes en ríos de Yungas. Asimismo, estudios sobre efemerópteros adultos de Jujuy realizados por Gomez y Zamar (2017) sostienen que los géneros Baetodes y Leptohyphes fueron los más abundantes, particularmente durante el periodo lluvioso.

Con respecto a la calidad de agua, los índices calificaron a los dos sitios muestreados como no impactados, estos resultados fueron concordantes con los valores de los índices de diversidad y el análisis físico-químico, demostrando que los sitios estudiados gozan de buena calidad ambiental. En este contexto, Romero et al. (2014) plantean que los cuerpos de agua son de gran importancia para la fauna que habita estos lugares, incluso para muchas especies que están de paso como las aves migratorias, pero el aspecto más importante en relación al hombre es su función como reservas de agua para consumo humano, por ello resulta imprescindible mantener la integridad ecológica de las cuencas hídricas ya que las mismas comprenden no sólo los ambientes acuáticos sino también los terrestres. Es importante tener en cuenta que los cambios en el uso de la tierra y la integridad del bosque ribereño no solo afectan el funcionamiento ecológico del río sino la vida del recurso.

Este trabajo representa el primer aporte al conocimiento de la fauna bentónica y de la calidad de las aguas de los ríos Paño y La Almona. Dado el buen estado ambiental de estos ríos, resulta fundamental el mantenimiento de las actuales condiciones para preservar sus aguas en cantidad y calidad, sobre todo si se considera que los pobladores de la zona utilizan estos recursos hídricos para consumo humano.

### **Agradecimientos**

A los vecinos autoconvocados de la localidad de Los Paños por la invitación a participar en el estudio ambiental de la zona. Al departamento de Entomología del Instituto de Biología de la Altura (INBIAL-UNJu) por la disposición del equipo de muestreo y equipo óptico que permitieron la realización de este trabajo.

## Referencias

- Armada, N.R. (2007). *Diferencias entre composición y estructura forestal en dos sitios de selva de montaña en Salta, Argentina*. Tesina de grado. Universidad Nacional de Salta. Argentina.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H. y Statzner, B. (2006). Development in Aquatic Insect Biotmonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 51, 495-523.
- Burkart, R., Bárbaro, N.O., Sánchez, R.O. y Gómez, D.A. (1999). *Ecorregiones de la Argentina*. APN, PRODIA. Buenos Aires, Argentina.
- Campoblanco Díaz, H. y Gomero Torres, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 3(5), 57-63.
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua*. EcoCiencia.
- Colla, M.F., César, I.I. y Salas, L.B. (2013). Benthic insects of the El Tala River (Catamarca, Argentina): longitudinal variation of their structure and the use of insects to assess water quality. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2), 357-366.
- De Paul, M.A., Neder, L.E. y Viturro, C.I. (2012). Indicadores entomológicos y físico-químicos de calidad de agua de la cuenca del río Reyes (Jujuy-Argentina). En Peñaranda, N.V., Zazzarini, S.B. y Bejarano, I.F. (Comp.). *Experiencias innovadoras en investigación aplicada*. Ediciones DASS-UCSE. pp 335-342.
- De Paul, M., Neder, L.E. y Weigert, R.G. (2013). Diversidad específica y abundancia de Ephemeroptera (Insecta) en la cuenca del río Reyes (Jujuy-Argentina). *Agraria*, 7, 86-91.
- Domínguez, E. (1998) Ephemeroptera. En Morrone, J.J. y Coscarón, S. (Comp.). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. Una perspectiva biotaxonomía. Ediciones Sur. pp 14-25.
- 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, Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Domínguez, E. y Fernández, H.R. (2009). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Dos Santos, D.A., Molineri, C., Reynaga, M.C. y Basualdo, C. (2011). Which index is the best to assess stream health?. *Ecological Indicators*, 11: 582-589.
- Elosegi, A. y Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA.
- Fernández, H.R., Romero, F., Peralta, M. y Grosso, L. (2001). La diversidad del zoobentos en ríos de montaña del noroeste de Argentina: comparación entre seis ríos. *Ecología Austral*, 11, 9-16.
- Fernández, H.R., Romero, F., Vece, M.B., Manzo, V., Nieto, C. y Orce, M. (2002). Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán-Argentina). *Limnetica*, 21(1-2), 1-13.
- Flowers, R. y De La Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93.
- Gomez, G.C. y Zamar, M.I. (2017). Efemerópteros en ambientes urbanos de la provincia de Jujuy (República Argentina). *Revista de la sociedad Entomológica Argentina*, 76(3-4), 44-47.
- Gomez, G.C. (2020). *Estructura de la comunidad de macroinvertebrados de la cuenca del río Grande, Jujuy, Argentina, en un gradiente espacial y temporal*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Hauer, F. y Resh V. 2006. Macroinvertebrates. En Hauer R. y G. Lamberti (eds.). *Methods in stream ecology*. Academic Press. pp 435-464.
- Hankel, G.E., Emmerich, D. y Molineri, C. (2018). Macroinvertebrados bentónicos de ríos de zonas áridas del noroeste argentino. *Ecología Austral*, 28, 435-445.

- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 3-37.
- Ladrera, R., Rieradevall, M. y Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: Una herramienta didáctica. *Ikastorratza. E-Revista de Didáctica*, 11: 1-18.
- Montenegro, R.A. (2019). Informe sobre el estudio de impacto ambiental del proyecto de crematorio que pretende instalarse en Los Paños, municipio de San Antonio, provincia de Jujuy (Argentina). Consultado el 05 de mayo de 2022. (PDF) Informe sobre el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de crematorio que pretende instalarse en Los Paños, municipio de San Antonio, provincia de Jujuy (Argentina) | Mara Sato-Academia.edu
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA*. Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Pero, E.J.I., Hankel, G.E., Molineri, C. y Domínguez, E. (2019). Correspondence between stream benthic macroinvertebrate assemblages and ecoregions in northwestern Argentina. *Freshwater Science*, 38, 64-76.
- Pizzolini, I. (2012). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua e integridad ambiental en ríos de montaña de Yungas de Jujuy*. Tesina de grado. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.
- Romero, F., Manzo, V., Nieto, C., García, K., Rueda Martín, P. y Vargas Rodríguez, N. (2014). Los habitantes invisibles del río. En: Bergesio, L.; Malizia, L. y P. Fierro (Compiladores). *Ambiente y sociedad en la Comarca de Yala*. Fundación ProYungas, Ediciones del Subtrópico. pp 209-228.
- Vallanía, E., Tripole, E., y Gil, M.A. (1996). Un índice biótico para las Sierras de San Luis (Argentina). *Revista UNRC*, 16: 129-136.
- von Ellenrieder, N. (2007). Composition and structure of aquatic insect assemblages of Yungas mountain cloud forest streams in NW Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 66(3-4), 57-76.
- Zelarayán Medina, G.F. y Salas, L.B. (2014). Estructura y variación espacial de las colectividades de artrópodos en el Río "Las Juntas" (Catamarca, Argentina). *Huayllu-Bios* 8, 15-39.