

# Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina



Ministerio de Ambiente  
y Desarrollo Sostenible  
**Argentina**

CONICET



**REM.AQUA**  
Red de Evaluación y Monitoreo  
de Ecosistemas Acuáticos



# Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina

**Adonis Giorgi**  
**Eduardo Domínguez**  
**Nora Gómez**

Compiladores

Giorgi, Adonis

Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina / Adonis Giorgi ; Eduardo Domínguez ; Nora Gomez. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-692-199-6

1. Ecosistemas. 2. Aguas Fluviales. I. Domínguez, Eduardo. II. Gomez, Nora. III. Título.  
CDD 577.6

© 2022 CONICET

Godoy Cruz 2290 (C1425FQB) CABA – República Argentina – <https://www.conicet.gov.ar> ; [info@conicet.gov.ar](mailto:info@conicet.gov.ar);  
Tel (+54 11) 4899 5400

© 2022 Adonis Giorgi

© 2022 Eduardo Domínguez

© 2022 Nora Gómez

Idea y dirección general del proyecto:

Adonis Giorgi

Eduardo Domínguez

Nora Gómez

Foto de tapa:

Arroyo Noques, Tucumán, Argentina.

Eduardo Domínguez

Diseño, producción editorial y digital:

Silvina Simondet

Diagramación:

Flavio Maddalena

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446. Se permiten citar en artículos críticos o reseñas, sin fines comerciales de la siguiente manera: Adonis Giorgi, Eduardo Domínguez y Nora Gómez (Comps.) 2022. *Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina*. REM.AQUA (Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos), Conicet.

# Autores

## Accattatis, Victoria

Instituto Nacional de Limnología (INALI), CONICET-UNL. Ciudad Universitaria. Colectora Ruta Nacional 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe.

## Armendáriz, Laura C.

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA). CONICET-Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP.

## Assef, Yanina

Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG)- CONICET-UNRN. Grupo Limnología y bioindicadores. Av. Roca 1242 -General Roca (R8332FDZ) Provincia de Río Negro.

## Avigliano, Esteban

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Argentina CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA), Buenos Aires, Argentina.

## Brand, Cecilia

Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP)-CONICET-UNPSJB. Roca 780. Esquel. Chubut (9200).

## Bustamante, Gustavo

UNSL-Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 (1er Bloque 2do piso) San Luis Capital (5700).

## Cibils-Martina, Luciana

Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA). Universidad Nacional de Río Cuarto – CONICET. Departamento de Ciencias Naturales.

## Ciocco, Néstor

Laboratorio de Entomología. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA). CCT Mendoza CONICET- UNCuyo.

## Cocho, Joaquín

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA). CONICET-Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP.

## Cortezzi, Agustina

Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable Campus Universitario - Arroyo Seco S/N UNCPBA - Tandil.

## Daruich, Jorgelina

UNSL-Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 (1er Bloque 2do piso) San Luis Capital (5700).

## Devercelli, Melina

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL), Ciudad Universitaria. Colectora Ruta Nac. 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe

## Domínguez, Eduardo

Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN). CONICET – U.N.T. Facultad de Ciencias Naturales e IML.

## Fernández, Hugo R.

Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN). CONICET – U.N.T. Facultad de Ciencias Naturales e IML.

## Fernández Cirelli, Alicia

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires, Argentina CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA), Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), Buenos Aires, Argentina.

## Gil, Angélica

UNSL-Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 (1er Bloque 2do piso) San Luis Capital (5700).

## Giorgi, Adonis

Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES)-UNLu-CONICET. Departamento de Ciencias Básicas-UNLu.

## Gómez, Nora

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA) CONICET - UNLP

## González, Carolina

Instituto de Ecología, Genética y Evolución (IEGEB) CONICET - Universidad de Buenos Aires; Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEN, Universidad de Buenos Aires

## Huber, Paula

Instituto Nacional de Limnología (INALI), CONICET - UNL. Ciudad Universitaria. Colectora Ruta Nacional 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe.

## Kutschker, Adriana

Universidad Nacional de la Patagonia SJB. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Sede Esquel. Sarmiento 849. 9200. Esquel. Chubut.

## Licursi, Magdalena

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL) - Ciudad Universitaria. Colectora Ruta Nac. 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe.

## Lucero, Julieta del R.

Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA). Universidad Nacional de Río Cuarto – CONICET. Departamento de Ciencias Naturales.

## Macchi, Pablo

Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (CONICET-UNRN). Grupo Limnología y bioindicadores Av. Roca 1242 -General Roca (R8332FDZ) Provincia de Río Negro -Argentina.

**Marchese, Mercedes R.**

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL). Ciudad Universitaria Colectora Ruta Nac. 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe.

**Márquez, Javier A.**

Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA). Universidad Nacional de Río Cuarto – CONICET. Departamento de Ciencias Naturales.

**Metz, Sebastian**

Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH), CONICET - UNSAM. Av. Intendente Marino Km 8,200, Chascomús (7130), Buenos Aires.

**Miserendino, María Laura**

Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP)-CONICET-UNPSJB. Roca 780. Esquel. Chubut (9200).

**Montilla, Victoria**

Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA). Universidad Nacional de Río Cuarto – CONICET. Departamento de Ciencias Naturales.

**Moreno, Liliana E.**

UNSL-Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia; Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 (1er Bloque 2do piso) San Luis Capital (5700).

**Ocon, Carolina S.**

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA). CONICET-Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP.

**O'Farrell, Inés**

Instituto de Ecología, Genética y Evolución (IEGEBA) CONICET - Universidad de Buenos Aires; Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEN, Universidad de Buenos Aires.

**Papazian, Gabriela**

Universidad Nacional de la Patagonia SJB. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Sede Esquel. Sarmiento 849. 9200. Esquel. Chubut.

**Pero, Edgardo**

Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN). CONICET –U.N.T. Facultad de Ciencias Naturales e IML.

**Principe, Romina E.**

Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA). Universidad Nacional de Río Cuarto – CONICET. Departamento de Ciencias Naturales.

**Reynaga, Celina**

Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN). CONICET –U.N.T. Facultad de Ciencias Naturales e IML.

**Rigacci, Laura**

Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES)-UNLu-CONICET - Departamento de Ciencias Básicas-Universidad Nacional de Luján (UNLu).

**Rodrigues Capítulo, Alberto**

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA). CONICET - Facultad de Ciencias Naturales y Museo - UNLP.

**Rodríguez Castro, Carolina**

Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES)-UNLu-CONICET. Departamento de Ciencias Básicas-Universidad Nacional de Luján (UNLu).

**Scheibler, Erica**

Laboratorio de Entomología. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA). CCT Mendoza CONICET- UNCuyo.

**Taboada, María Ángeles**

Instituto de Ecosistemas de Aguas Continentales-Área Biología Integrativa-Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 221 (4000) Tucumán.

**Thompson, Gustavo A.**

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Argentina. CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA), Buenos Aires, Argentina.

**Volpedo, Alejandra V.**

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Argentina. CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA), Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), Buenos Aires, Argentina.

**Yema, Lilen**

Instituto de Ecología, Genética y Evolución (IEGEBA) CONICET - Universidad de Buenos Aires; Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEN, Universidad de Buenos Aires.

**Zilli, Florencia L.**

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL). Ciudad Universitaria Colectora Ruta Nac. 168, Paraje El Pozo, (3000), Santa Fe

## Región Centro

*Romina Elizabeth Príncipe, Javier Andrés Márquez, y Victoria Montilla*

En este capítulo, se proponen procedimientos para la valoración de la calidad de sistemas fluviales serranos y de llanura de la provincia de Córdoba (Fig. 1). La valoración de la calidad en estos sistemas puede realizarse mediante la aplicación del Índice Biótico Carcarañá (IBC, Gualdoni y Corigliano, 1991). El índice BMWP ajustado localmente también puede aplicarse en arroyos serranos.

### a. Muestreo

Los muestreos serán semicuantitativos estandarizando el esfuerzo de muestreo por tiempo en arroyos serranos y ríos de llanura con distinto grado de antropización, desde condiciones prístinas o naturales hasta sistemas altamente intervenidos.

### b. Aplicación de índices

a) Realizar la identificación de los invertebrados utilizando la clave pictórica incluida. Se debe recurrir también a claves especializadas (Lopretto & Tell, 1995, Domínguez y Fernández 2009) para la identificación de familias y géneros según corresponda.

- b) Si se aplica solamente el índice BMWP identificar los invertebrados a nivel de familia. Si se aplica el índice IBC verificar el límite taxonómico de identificación requerido para cada orden. (Ver Tabla1).
- c) Anotar en una planilla los taxones identificados.
  - Con la planilla de identificación proceder al cálculo de los índices. Para ello, armar una planilla de Excel en la cual se incluyan los sitios en las columnas y los taxones en las filas.
  - Si se aplicará solamente el índice IBC, en cada celda marcar con una x los taxones identificados en cada sitio.
  - Si se aplicará el índice BMWP (disponible solo para arroyos serranos), en cada celda se coloca el puntaje de cada familia.
  - Nótese que cuando completa la planilla de Excel con los puntajes de familia para aplicar BMWP, puede aplicar también el índice IBC.



**Figura 1:** Sistemas fluviales de la provincia de Córdoba. a. arroyos serranos de primer orden (Villa Alpina); b. arroyo serrano de tercer orden (Alpa Corral); c. río de llanura de lecho arenoso (Río Cuarto); d. río de llanura de lecho limoso (Alejandro Roca).

**Índice Biótico Carcarañá (IBC):** El IBC fue propuesto por Gualdoni & Corigliano (1991) y es una herramienta idónea de evaluación de la calidad de arroyos serranos y ríos de llanura del sur de Córdoba. Este índice es válido en tramos de impacto ambiental severo y no tiene el alcance para evaluar el efecto post-embalse, los impactos orgánicos no severos y otras perturbaciones leves (Corigliano 1999). El IBC requiere que la identificación de los macroinvertebrados esté definida por el límite taxonómico de familia o género (Tabla 1).

A partir de la identificación realizada, utilizar la tabla estándar de doble entrada correspondiente a arroyos serranos (Tabla 2) o ríos de llanura (Tabla 3) según corresponda, para obtener el valor del índice IBC.

- Seleccionar una de las filas en función de la presencia de uno o más taxones (unidades sistemáticas US) de cada grupo faunístico registrados en la muestra. Ejemplo: si en la muestra no se registraron efemerópteros ni plecópodos y se registró una sola familia de tricópteros, seleccionar la 4ta fila de la tabla.
- Luego moverse por esa fila y buscar la columna que corresponda de acuerdo a la cantidad total de taxones (unidades sistemáticas US) registrados en la muestra. Se obtiene así el valor del índice.
- Convertir el valor del índice en un juicio de calidad con la Tabla 4.

**Índice BMWP** (Biological Monitoring Working Party) - Aplicable solo en arroyos serranos: El BMWP fue propuesto originalmente por Armitage et al. (1983) y es muy utilizado a nivel mundial para el monitoreo de las alteraciones de los ríos por su fácil aplicación al requerir identificaciones sólo hasta nivel de familias y datos cualitativos. En el caso de nuestra región, el puntaje asignado a cada una de las familias de invertebrados está ajustado, hasta el momento, solamente para arroyos serranos (Tabla 5 y 6).

- Colocar el puntaje asignado a cada una de las familias identificadas en la muestra (el puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica).
- Sumar las puntuaciones de cada familia. A partir de esta sumatoria se obtiene un puntaje que permite emitir un juicio de calidad del agua para cada uno de los sitios muestreados (Tabla 6).

Grupo faunístico	Límite de identificación
Plecóptera	Género
Ephemeroptera	Género
Trichoptera	Familia
Odonata	Género
Coleóptera	Familia
Molusca	Género
Crustacea	Familia
Heteróptera	Género
Diptera	Familia
DugesIIDae	Familia
Hirudinea	Género
Oligochaeta	Familia
<b>Otros Grupos raros</b>	
Acariformes	Presencia
Nematoda	Presencia
Nematomorpha	Presencia
Tardígrada	Presencia
<b>Lepidóptera</b>	<b>Presencia</b>

**Tabla 1:** Límite de identificación requerido para cada grupo faunístico para el cálculo del Índice Biótico Carcarañá (IBC).

Grupos faunísticos		Nº total de unidades sistemáticas presentes							
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-...
		Índices bióticos							
<b>Plecópteros o Ephemeropterópteros</b>	+ de una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13
	Solo una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12
<b>Tricópteros</b>	+ de una U.S.	-	6	7	8	9	10	11	12
	Solo una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11
<b>Ancílidos o Simúlidos</b>	Las U.S. anteriores ausentes	-	4	5	6	7	8	9	-
<b>Otros Moluscos u Odonatos o Coleópteros</b>	Las U.S. anteriores ausentes	-	3	4	5	6	7	-	-
<b>Oligochaetas o quironómidos</b>	Las U.S. anteriores ausentes	1	2	3	4	5	-	-	-
<b>Todas las U.S. anteriores ausentes</b>		0	1	2	3	-	-	-	-

**Tabla 2:** Cálculo de los valores del Índice Biótico Carcarañá (IBC). para arroyos serranos.

Grupos faunísticos		Nº total de unidades sistemáticas presentes						
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26
		Índices bióticos						
<b>Plecópteros o Ephemeropterópteros</b>	+ de una U.S.	-	-	9	10	11	12	13
	Solo una U.S.	-	-	8	9	10	11	12
<b>Tricópteros</b>	+ de una U.S.	-	7	8	9	10	11	12
	Solo una U.S.	-	6	7	8	9	10	-
<b>Odonata o Mollusca</b>	Las U.S. anteriores ausentes	-	5	6	7	8	-	-
<b>Coleoptera o Crustacea</b>	Las U.S. anteriores ausentes	-	4	5	6	7	-	-
<b>Oligochaetas o Chironomidae</b>	Las U.S. anteriores ausentes	2	3	4	5	-	-	-
<b>Todas las U.S. anteriores ausentes</b>		2	3	-	-	-	-	-

**Tabla 3:** Cálculo de los valores del Índice Biótico Carcarañá (IBC) para ríos de llanura.



Clase de calidad	Valores del Índice biótico	Juicio	Color de referencia
I (Buena)	10-11-12...	Ambiente no contaminado	Azul
II (Aceptable)	8-9	Ambiente poco contaminado	Verde
III (Dudosa)	6-7	Ambiente contaminado	Amarillo
IV (Crítica)	4-5	Ambiente muy contaminado	Anaranjado
V (Peligrosa)	1-2-3	Ambiente fuertemente contaminado	Rojo

**Tabla 4:** Conversión de valores del Índice Biótico Carcarañá en clase y juicio de calidad.

	Familia	Puntuación		Familia	Puntuación
<b>Annelida</b>	Lumbriculidae	1	<b>Hemiptera</b>	Hebridae	3
	Lumbricidae	1		Naucoridae	3
	Tubificidae	1		Notonectidae	3
	Naididae	1		Corixidae	3
	Hirudidae	3		Mesoveliidae	3
	Glossiphoniidae	3		Hydrometridae	3
	Semiscolecidae	3		Belostomatidae	3
	Macrobdellidae	3		Gelastocoridae	7
<b>Mollusca</b>	Planorbidae	3	<b>Odonata</b>	Coenagrionidae	6
	Ancylidae	5		Lestidae	6
	Physidae	3		Aeshnidae	6
	Lymnaeidae	3		Gomphidae	7
	Hydrobiidae	3		Libelulidae	6
	Sphaeriidae	3	<b>Lepidoptera</b>	Crambidae	4
	Mycetopodidae	3	<b>Coleoptera</b>	Elmidae	5
	Hyriidae	4		Hydrophilidae	3
	Chiliniidae	6		Dytiscidae	3
<b>Plathelminthes</b>	Dugesidae	5		Gynidae	3
<b>Nematoda</b>	Nematoda	1		Dryopidae	5
<b>Acari</b>	Hydracarina	4		Halipidae	4
<b>Crustacea</b>	Hyalellidae	6		Staphylinidae	3
	Aeglidae	5		Lutrochidae	6
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	6		Scirtidae	5
	Caenidae	4		Blephariceridae	10
<b>Trichoptera</b>	Leptohyphidae	7	<b>Diptera</b>	Chironomidae	2
	Leptophlebiidae	10		Tabaniidae	4
	Coloborusidae	8		Stratiomyidae	4
	Philopotamidae	8		Psychodidae	4
	Hydropsychidae	5		Dixidae	4
	Polycetropodidae	7		Empididae	4
	Hydroptilidae	7		Muscidae	2
	Helicopsychidae	8		Simuliidae	5
	Leptoceridae	10		Ceratopogonidae	4
	Calamoceratidae	10		Tipulidae	5

	Familia	Puntuación		Familia	Puntuación
<b>Trichoptera</b>	Glossosomatidae	8	<b>Diptera</b>	Ephhydridae	2
	Odontoceridae	10		Culicidae	2
	Hydrobiosidae	8			
	Limnephilidae	7			
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	10			

**Tabla 5:** Puntuación asignada a las familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del Biological Monitoring Working Party (BMWP).

<b>BMWP</b>	<b>Juicio</b>	<b>Calidad</b>	<b>Clase</b>	<b>Color</b>
> 100	Aguas muy limpias	Muy buena	5	Azul
61-100	Aguas con poca contaminación	Buena	4	Verde
36-60	Aguas contaminadas	Moderada	3	Amarrillo
16-35	Aguas muy contaminadas	Mala	2	Anaranjado
≤ 15	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	1	Rojo

**Tabla 6:** Juicio de calidad del agua basado en la sumatoria de puntajes de familias de invertebrados del índice BMWP.