



# Descriptores bióticos basados en macroinvertebrados para la evaluación de las alteraciones del hábitat en arroyos urbanos: un aporte para la gestión integral de sistemas lóticos de la llanura pampeana

*Agustina Cortelezzi, Alberto Rodrigues Capítulo y Nora Gómez*

Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (UNLP-CONICET) – Av. Calchaquí km 23,5 (1888),  
Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina.  
Mail de contacto: [agus@ilpla.edu.ar](mailto:agus@ilpla.edu.ar)

---

## RESUMEN

En ríos urbanos, la modificación de la estructura física y la contaminación afectan los procesos naturales causando la alteración del hábitat y de la biota. El objetivo del trabajo fue seleccionar descriptores estructurales y funcionales de macroinvertebrados como herramienta para la evaluación y gestión de sistemas lóticos. Se examinaron las relaciones entre descriptores bióticos, del agua y del hábitat en tres arroyos bonaerenses. Los resultados resaltan la importancia de la vegetación en arroyos de llanura por su papel en la estructuración y dinámica de macroinvertebrados. El análisis de la calidad del hábitat a través de las características del cauce, la vegetación y el sedimento demostraron ser indicadores acertados en la evaluación física. Descriptores bióticos tales como riqueza taxonómica, grupos funcionales alimentarios y modos de vida, proporción de organismos sensibles y abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos fueron los más confiables para contribuir a la evaluación de la calidad ecológica. Palabras claves: cauces modificados-bentos-ecohidrología.

---

## ABSTRACT

In urban rivers, changes in physical structure and pollution affect the natural processes that result in an alteration of habitat and biota. The objective was to select structural and functional descriptors of macroinvertebrates as a tool for the evaluation and management of river systems. We examined the relationship between biotic descriptors, water characteristics and habitat in three urban streams of Buenos Aires province. The results highlight the importance of vegetation in lowland streams for his role in the structure and dynamics of macroinvertebrates. The analysis of habitat quality through the channel characteristics, vegetation and sediment indicators proved to be successful in the physical assessment. Biotic descriptors such as taxonomic richness, functional feeding groups and functional habitat, the proportion of sensitive organisms and relative abundance of major taxonomic groups were the most reliable to contribute to the assessment of ecological quality. Keywords: modified channels-benthos-ecohydrology

---

## Introducción

Los ríos y arroyos que atraviesan ciudades han sido incorporados al paisaje urbano a lo largo del tiempo y han adquirido diferentes formas y funciones según las necesidades del lugar que recorren. En muchos casos, han quedado relegados a ser canales para el rápido transporte de efluentes y, para garantizar esto, su cauce debe ser modificado.

En las últimas décadas, se han realizado considerables progresos para el entendimiento de los impactos producidos por el desarrollo urbano sobre las formas y procesos de los ríos (Chin, 2006). Esto se da especialmente en el hemisferio norte donde, luego de una larga

historia de deterioro ambiental, comienzan los estudios y prácticas de restauración. En el caso de los ríos y arroyos de muchos países subdesarrollados del hemisferio sur, la vuelta de los ecosistemas a su estado "más natural" es un desafío que recién comienza a plantearse como alternativa frente a la degradación ambiental. La limpieza de la vegetación, el dragado, la rectificación del cauce y los entubamientos siguen siendo las prácticas más comunes y muchas veces se plantean como única solución frente a los problemas de inundación y contaminación. Estas prácticas afectan principalmente la calidad del hábitat y por lo tanto a la biota, ya que la heterogeneidad

ambiental es un factor determinante para el establecimiento y permanencia de comunidades diversas. Los macroinvertebrados bentónicos son capaces de reflejar las diferentes perturbaciones antropogénicas a través de cambios en la estructura o función de sus asociaciones (Petts & Calow, 1996; Pardo & Armitage, 1997; Buffagni et al., 2000; Kemp et al., 2000; Newson & Newson, 2000; Tickner et al., 2000; Sullivan et al., 2004; Rodrigues Capítulo et al., 2001; Ocón & Rodrigues Capítulo, 2004) y permiten hacer una evaluación global de los arroyos (Rosenberg & Resh, 1993; Rodrigues Capítulo A., 1999).

En el caso de los arroyos urbanos de llanura del hemisferio sur, y especialmente en nuestro país, las respuestas biológicas a los cambios ambientales producidos por obras hidráulicas pequeñas (dragados, rectificaciones) son poco conocidas y están referidas principalmente al fitoplancton, diatomeas bentónicas y grupos zoobentónicos particulares (Bauer et al., 2002; Licursi & Gómez, 2008; Ocón & Rodrigues Capítulo 2004; Rodrigues Capítulo et al., 2002). El resto de los estudios realizados en nuestro país se refieren a arroyos serranos regulados (con modificaciones hidráulicas como diques, embalses y azudes) y el efecto sobre los invertebrados bentónicos (Corigliano, 1994; Gill et al., 1998; Vallania & Corigliano, 2007; Principe & Corigliano, 2006) y recientemente a estudios en ríos de la Patagonia afectados por represas (Miserendino, 2009).

El objetivo general de este trabajo fue seleccionar descriptores estructurales y funcionales, a partir de macroinvertebrados, que reflejen las variaciones en la calidad del agua y del hábitat y que resulten confiables como herramienta para la evaluación y gestión de sistemas lóticos tendientes a su conservación y/o rehabilitación.

Para este fin se analizaron diversos descriptores del complejo bentónico en tramos de arroyos urbanizados con diferentes modificaciones del cauce (dragados, canalizaciones, entre otros) y grado de contaminación.

### Área de estudio

Los ríos y arroyos de la llanura pampeana presentan un cauce de escasa pendiente, fondo arcilloso y agua de elevada turbiedad. La presencia de materia orgánica es variable dependiendo del aporte natural de los pastizales circundantes y de la actividad antrópica. Por

último, estos ríos presentan numerosas macrófitas sumergidas y flotantes en zonas de remansos (Rodrigues Capítulo et al., 2003).

Debido a que muchos de estos ambientes atraviesan zonas urbanizadas o industriales y que la red de drenaje de la región se encuentra severamente modificada por la urbanización, son pocos los cursos de agua que no están afectados en estas áreas. Para este estudio, a partir de un muestreo preliminar, se seleccionaron tres arroyos urbanos (A° Don Carlos, A° Martín y A° Baldovinos), que se caracterizan por ser sistemas lóticos que atraviesan zonas urbanizadas y como consecuencia de esto sufren las modificaciones propias de su incorporación al paisaje. En general, presentan una cabecera sin modificaciones, que representa el estado más "natural" del sistema (sitio 1) y sufren diferentes alteraciones a medida que avanzan en su recorrido hasta su desembocadura (sitios 2 y 3). Los sitios M2 y M3 (cauces medio e inferior del A° Martín) presentan dragados históricos. Los sitios B2 y B3 (cauces medios e inferior del A° Baldovinos) son dragados, desmalezados y rectificados continuamente (especialmente el sitio B3 donde las obras son muy intensivas y afectan profundamente el cauce). Los sitios DC2 y DC3 (cauces medios e inferior del A° Don Carlos) reciben efluentes de una industria textil y presentan importantes modificaciones del hábitat a través de dragados y desmalezados. Además, el sitio DC3 se encuentra canalizado (fondo y márgenes de cemento) y recibe efluentes de una industria metalúrgica (Fig. 1).



Fig. 1: Área de estudio y ubicación de los arroyos y sitios de muestreo seleccionados.

## Materiales y Métodos

Para el presente estudio, se realizaron muestreos estacionales (otoño, invierno y primavera de 2005 y verano de 2006), en 9 sitios distribuidos en tres arroyos. En cada sitio de muestreo fueron medidas las siguientes variables fisicoquímicas: temperatura, pH (Hanna HI 8633), oxígeno disuelto (OD; YSI 52) y conductividad (Lutron CD-4303). Además, se colectaron muestras de agua para la medición de la turbidez (Turbidity meter 800-ESD) y el análisis de nutrientes ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) y demandas de oxígeno ( $\text{DBO}_5$  y DQO). Se realizó también el análisis de metales pesados (Cr, Pb, Cu, Ni, Zn y Cd) en agua y sedimento.

En relación a las características del hábitat, en cada sitio se estableció un tramo de 50m y se determinó el uso del suelo en la zona a partir del empleo de imágenes satelitales, observaciones de campo y el tipo de modificación hidráulica en cada sitio. También se realizó un relevamiento de las plantas acuáticas y su cobertura, y mediciones de parámetros en el cauce tales como ancho mojado, profundidad, velocidad de corriente (Cole-Parmer CZ-32922-10), caudal y sustrato disponible. Dentro de cada tramo del arroyo, fueron evaluados dos mesohábitats principales: las macrófitas y los sedimentos del fondo del cauce. El sustrato fue clasificado como grava ( $> 500 \mu\text{m}$ ), arena ( $62.5 - 500 \mu\text{m}$ ), limo ( $3.9 - 62.5 \mu\text{m}$ ) y arcilla ( $< 3.9 \mu\text{m}$ ). A partir del empleo del método de ignición (LOI) se determinó el contenido de materia orgánica (%) en el sedimento. Además se realizó una evaluación de hábitat siguiendo a Barbour & Stribling (1991, 1994) quienes seleccionaron parámetros para la evaluación de arroyos calificándolos en una escala numérica de 0 a 20 en cada sitio de muestreo. Las calificaciones parciales se sumaron y luego se compararon frente a una condición de referencia para proporcionar una clasificación de hábitat final. Esta propuesta original (Barbour & Stribling, 1991, 1994) fue modificada para ajustar los parámetros que mejor representan a los arroyos de llanura urbanas estudiados. El índice obtenido aumenta a medida que aumenta la calidad del hábitat y varía entre 0 y 160 puntos.

Para el análisis de los macroinvertebrados, se extrajeron 104 muestras de vegetación y sedimento. Las muestras de sedimento fueron colectadas con una draga Ekman  $100 \text{ cm}^2$ . Las muestras de vegetación fueron colectadas dentro de un área de  $1300 \text{ cm}^2$  con tamices de  $250\text{-}\mu\text{m}$  de malla para la captura de los organismos fitófilos. Los invertebrados fueron

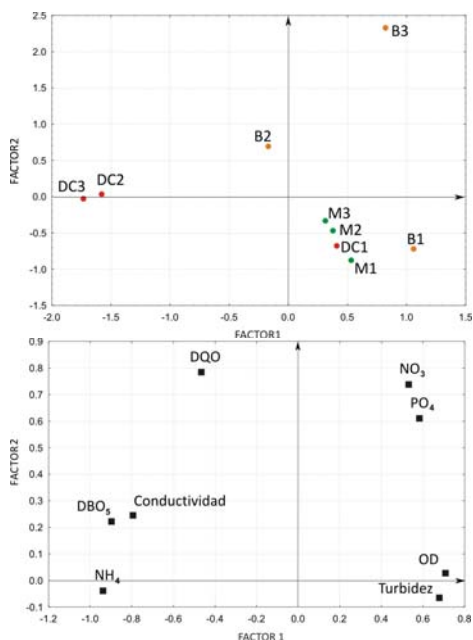
identificados y contabilizados y sus densidades expresadas como  $\text{ind}/\text{m}^2$ . Se definió la diversidad de macroinvertebrados utilizando el índice ( $H'$ ) de Shannon (1963), riqueza taxonómica (número de taxa = N) y equitabilidad (J) en los sitios de muestreo relevados. En relación a los descriptores funcionales de los macroinvertebrados, los taxa fueron evaluados según su sensibilidad, grupo funcional alimentario y modo de vida. Los sitios de muestreo fueron ordenados en función de sus características fisicoquímicas a partir de un análisis de componentes principales (ter Braak, 1998). Además se aplicaron ANOVAs para detectar diferencias significativas entre las variables ambientales y los descriptores de la biota entre sitios y mesohábitats. Con el fin de contribuir a determinar la calidad ecológica de los sitios de muestreo analizados se realizó un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC - ter Braak, 1998). Para este análisis se utilizaron valores promedios anuales de todas las variables seleccionándose descriptores estructurales y funcionales que mejor respondieron a los cambios en la calidad del agua, del hábitat y de la biota.

## Resultados

### Calidad del agua y del hábitat

Un primer análisis exploratorio (ACP) permitió el ordenamiento de los sitios de muestreo en función de los parámetros fisicoquímicos. El primer factor explicó el 51,4% de la varianza y estuvo determinado por la conductividad, la turbidez, el OD, el  $\text{NH}_4^+$  y la  $\text{DBO}_5$ . El segundo factor explicó el 20,6% y estuvo asociado al  $\text{NO}_3^-$ , el  $\text{PO}_4^{3-}$  y la DQO. Los sitios de muestreo M1, M2, M3, DC1 y B1 estuvieron asociados con altos niveles de OD y mejores condiciones en la calidad del agua. Los sitios DC2 y DC3 se relacionaron con altos niveles de  $\text{NH}_4$ , conductividad y  $\text{DBO}_5$ . El sitio B3 se relacionó con mayores valores de DQO y nutrientes como consecuencia de la actividad hortícola desarrollada en el área de estudio (Fig. 2).

En estos sitios, además, predominaron los sedimentos gruesos como arena y grava. Los metales pesados Pb y Ni superaron ampliamente los valores promedios para la litósfera en los sitios DC2 y DC3. La materia orgánica fue significativamente mayor en el sitio DC3. En cuanto a los parámetros del hábitat, el ancho mojado, la profundidad y la velocidad de corriente aumentaron en los sitios dragados o canalizados.



**Fig. 2:** Representación de los dos primeros factores del ACP mostrando el ordenamiento de los sitios de muestreo y las variables fisicoquímicas.

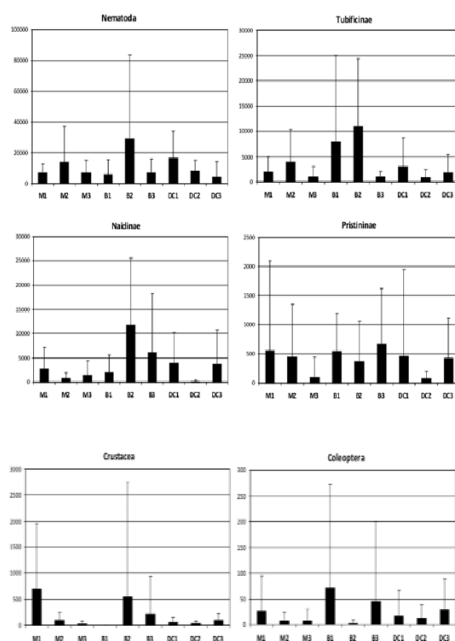
El índice del hábitat presentó los mayores valores en las cabeceras de los arroyos seleccionados y en los sitios M2 y M3 ( $IH > 100$  = calidad del hábitat aceptable). Los menores valores ( $IH < 40$  = calidad del hábitat muy pobre) se registraron en los sitios B3, DC2 y DC3 coincidiendo con las mayores modificaciones del cauce por obras hidráulicas.

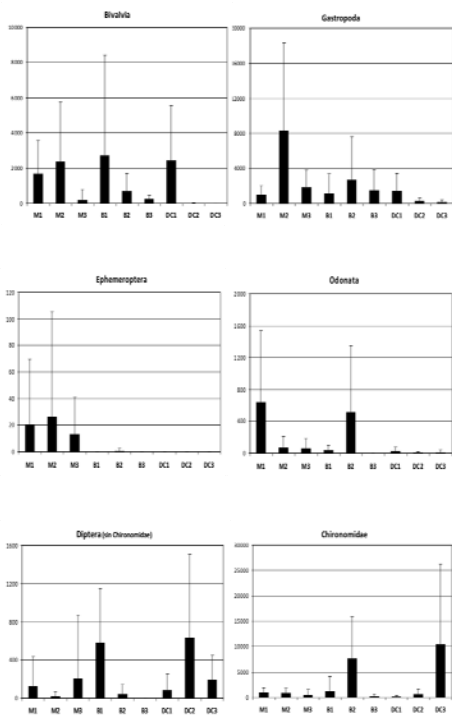
### Calidad de la biota Descriptorios estructurales

Se identificaron 126 taxa pertenecientes a los phyla: Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Nematomorpha, Annelida, Mollusca y Arthropoda. La densidad total promedio de macroinvertebrados fue mayor en el A° Baldovinos con más de 55000 ind/m<sup>2</sup>, luego lo siguió el A° Martín y por último el A° Don Carlos. Del total de los taxa registrados los nematodos, oligoquetos Naidinae y Tubificinae y los quironómidos fueron los de mayor abundancia relativa en todos los arroyos. En el caso del A° Martín, fueron numéricamente importantes las familias Cochliopidae (representada por *Heleobia spp.*) y Sphaeriidae (representada por los géneros *Musculium*, *Pisidium* y *Eupera*). En el A° Baldovinos fueron muy abundantes los

oligoquetos aelosomátidos, los hirudíneos y los moluscos Sphaeriidae. El A° Don Carlos se caracterizó por el gran número de quironómidos de la subfamilia Chironominae.

Los mayores valores de riqueza taxonómica se registraron en los sitios M1, M2 y B1 superando los 20 taxa. La diversidad según el índice de Shannon ( $H'$ ) mostró los mayores valores en los tramos superiores y medios de los Arroyos Martín y Baldovinos. En cuanto a los principales grupos taxonómicos, los nematodos y oligoquetos naidinae y tubificinae se destacaron en densidad en el A° Baldovinos. Los moluscos gastrópodos y bivalvos estuvieron ausentes o poco representados en los sitios DC2 y DC3. Los crustáceos se destacaron numéricamente en los sitios M1, B2 y B3. Los coleópteros estuvieron bien representados en todos los sitios. Los odonatos y efemerópteros dominaron en los sitios con mejor calidad del agua y del hábitat (A° Martín). Los dípteros quironómidos dominaron en los sitios B2 y DC3 (Fig. 3).





**Fig. 3:** Densidad promedio ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) y desviación estándar de los principales grupos taxonómicos registrados en los sitios de muestreo analizados.

### Descriptores funcionales

En cuanto a la sensibilidad de los organismos, los taxa muy tolerantes dominaron los arroyos urbanos seleccionados especialmente en los sitios B2 y DC3 donde el resto de los grupos fueron muy escasos. Los organismos sensibles se ubicaron preferentemente en los sitios M1, M2, B1 y DC1 aunque en muy baja proporción.

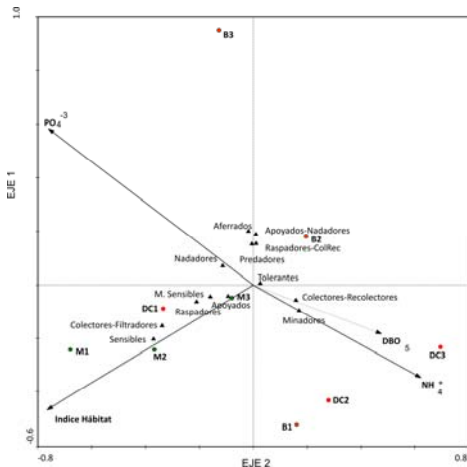
En general, los organismos pertenecientes al grupo succionadores (nematodos, tardígrados, dípteros, chironómidos Tanytopodinae, coleópteros y heterópteros) dominaron en todos los sitios de muestreo, con excepción de los sitios B3 y DC3. El sitio B3 estuvo dominado por los raspadores-colectores/recolectores (oligoquetos Naidinae) mientras que los predadores (odonatos) fueron muy importantes en abundancia en comparación al resto de los sitios. El sitio DC3 estuvo bien representado por los colectores/recolectores, grupo compuesto por oligoquetos (excepto Naidinae), quironómidos

(Chironominae y Orthoclaadiinae), dípteros (Stratiomyidae, Ephyrididae, Psychodidae, Syrphidae, Tipulidae), efemerópteros Baetidae y colémbolos.

Los organismos cuyo modo de vida es apoyados (nematodos, bivalvos, odonatos, libellulidos, etc.) dominaron en todos los sitios de muestreo con excepción de los sitios B3 y DC3. El sitio B3 estuvo dominado por los apoyados-nadadores (oligoquetos naidinos, aelosomátidos y dípteros Stratiomyidae) y el sitio DC3 por los minadores (oligoquetos tubíficidos, enchittraeidos, megadrilidos, quironómidos y dípteros).

El análisis de la varianza realizado con los valores de densidad total de macroinvertebrados en sedimento y vegetación indicó que existen diferencias muy significativas entre los hábitats analizados, siendo las abundancias mayores en el sedimento. La riqueza taxonómica fue siempre mayor en la vegetación que en el sedimento siendo estas diferencias significativas. Las diferencias más marcadas fueron registradas entre los sitios M1 y M2 (mayor número de taxa) en comparación con los sitios M3, DC2 y DC3. La diversidad de Shannon ( $H'$ ) presentó diferencias muy significativas entre sitios y significativas entre hábitats sedimento y vegetación. Los sitios DC2 y DC3 se diferenciaron ampliamente del resto por su baja diversidad tanto en sedimento como en vegetación. La equitabilidad presentó diferencias significativas entre el sedimento y la vegetación de los sitios B2, DC2 y DC3.

Los resultados obtenidos del ACC nos permiten definir un conjunto de elementos indicadores de buena calidad ecológica compuesto por los mayores valores del índice del hábitat, las especies sensibles, los colectores filtradores, los raspadores y apoyados y los organismos moderadamente sensibles. Estas características estuvieron asociadas al A° Martín y al sitio DC1. Una situación intermedia se presenta en la agrupación de los organismos nadadores, aferrados, apoyados nadadores, raspadores colectores recolectores, predadores y tolerantes, asociados a los mayores valores de  $\text{PO}_4^{3-}$  y a los sitios B2 y B3. Por último, los sitios DC2 y DC3 estuvieron definidos por los mayores valores de  $\text{NH}_4$  y  $\text{DBO}_5$  y los organismos minadores y colectores recolectores (Fig. 4).



**Fig. 4:** Análisis de correspondencia canónica (ACC) entre grupos funcionales, principales variables ambientales y el índice del hábitat.

## Discusión y Conclusiones

Los arroyos estudiados reúnen las características definidas por Bauer *et al.* (2002) como arroyos eutrofizados, con una alta carga de materia orgánica, alto contenido de carbonatos y baja velocidad de la corriente. En relación al hábitat, la utilización de un índice del hábitat adaptado a arroyos urbanos de llanura, permitió tener una visión concreta del estado físico de un sitio como parte fundamental al momento de determinar la calidad ecológica. En coincidencia con nuestro estudio, Goldstein *et al.* (2002) concluyeron que los sitios más alterados se asociaron a la canalización con revestimiento de piedra y concreto, no solo del lecho sino también de la ribera.

En relación a la calidad biótica, el estudio realizado mostró una importante riqueza taxonómica identificándose 126 taxa, sin embargo algunos grupos faunísticos relacionados con calidad de agua muy buena (Rodríguez Capítulo *et al.*, 2001) estuvieron ausentes en este estudio. La mayoría de los estudios realizados en arroyos de serranos y de llanura de Argentina coinciden sobre la gran representatividad de oligoquetos y los dípteros (especialmente Chiromomidae) (Rodríguez Capítulo *et al.*, 2001; Ocón & Rodríguez Capítulo, 2004; Pavé & Marchese 2005; Principe & Corigliano, 2006). En relación a la sensibilidad de los organismos, aquellos taxa considerados como tolerantes dominan los arroyos urbanos especialmente en los más afectados por contaminación orgánica. Los

organismos clasificados como sensibles se ubican preferentemente en los sitios de cabecera de los arroyos estudiados. Graca *et al.* (2002) concluyen que los invertebrados en el área pampeana son en general tolerantes a las condiciones eutróficas naturales que prevalecen en los ríos locales.

Finalmente, la interacción entre el hábitat y la biota reveló, en primer lugar, diferencias entre los grandes compartimentos sedimento y vegetación que fueron evidentes tanto para la densidad total como para riqueza taxonómica. Según Buffagni *et al.* (2000) las macrófitas son los hábitats funcionales que muestran los mayores valores de riqueza de taxa, heterogeneidad y densidad por muestra debido a la abundante oferta de microhábitats que presentan, entre otros beneficios. Hildrew (1998) determinó que la presencia de diversos hábitats permite un mayor número de refugios donde los organismos pueden protegerse frente a un disturbio como las crecidas provocadas por las lluvias. Sin embargo, los arroyos analizados en este estudio, al ser ambientes someros, favorecen el solapamiento de los hábitats por lo que no se pudieron diferenciar claramente asociaciones exclusivas de macroinvertebrados en cada compartimento. Este aspecto se enfatiza aún más con la homogeneización del lecho del cauce y la disminución de la vegetación acuática a partir de la implementación de diferentes obras hidráulicas. Sumado a esto, la contaminación del agua debida a fuentes puntuales o difusas disminuye la diversidad o bien provoca un cambio en la composición de las asociaciones de los taxa. Es así que el efecto sinérgico, reflejado en el análisis multivariado, entre la calidad del hábitat y la calidad del agua, determinó una fauna de macroinvertebrados característica de ambientes urbanos perturbados cuya estructura y funcionamiento se ve limitada a la supervivencia de determinados grupos funcionales y de organismos moderadamente sensibles y tolerantes. Según Dyer *et al.* (2002), el hábitat es la primer variable ecológica moduladora del funcionamiento de los arroyos. Sin embargo, según estos mismos autores, una integridad biótica excelente sólo es posible cuando tanto el hábitat como la química del agua no son limitantes sino que están optimizadas.

La presente investigación resaltó la importancia de la vegetación en arroyos de llanura, tanto por ser fuente de alimentación y refugio como por su papel en la estructuración y dinámica de las comunidades de macroinvertebrados. El análisis de la calidad del hábitat a través de las características del cauce,

la vegetación y el sedimento demostraron ser indicadores acertados en la evaluación física. Estos descriptores explican el gradiente de disturbio que generan las obras hidráulicas a medida que nos acercamos a zonas más urbanizadas con mayor impacto antropogénico. En relación a los descriptores bióticos, la riqueza taxonómica, los grupos funcionales alimentarios y modos de vida, la proporción de organismos sensibles y la abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos (dípteros Chironomidae, moluscos bivalvos y gastrópodos, odonatos y efemerópteros) completan los descriptores más confiables para contribuir a la evaluación de la calidad ecológica.

Si bien se reconoce la necesidad de implementar medidas que mitiguen los efectos perniciosos que provocan las inundaciones, es necesario tener en cuenta las medidas correctivas que dañen en menor medida la integridad ecológica de los cursos de agua de llanura.

### Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el CONICET y el PICT N° 33939 (FONCYT-FCNYM-UNLP). Los autores agradecen a Jorge Donadelli por el análisis de nutriente y demandas de oxígeno (Laboratorio de Química del ILPLA).

### Referencias

Barbour, M.T. y Stribling, J.B. 1991. Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities. En George Gibson, editor. *Biological criteria: Research and regulation*, proceedings of a symposium, 12-13. Arlington, Virginia. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington.

Barbour, M.T. & Stribling, J.B. 1994. A technique for assessing stream habitat structure. Pages 156-178. En Conference proceedings, Riparian ecosystems in the humid U.S.: Functions, values and management. National Association of Conservation Districts, Washington, D.C. March 15-18, 1993, Atlanta, Georgia.

Bauer, D., Conde, M.E. y Gómez, N. 2002. Phytoplankton of a small lowland stream related to water quality and hydraulic discontinuities. *Archive Hydrobiology*, 153: 421-442.

Buffagni, A., Crosa, G.A., Harper, D.M. y Kemp, J.L. 2000. Using macroinvertebrate species assemblages to identify river channel habitat units: an application of the functional habitats concept to a large, unpolluted Italian river (River

Ticino, northern Italy). *Hidrobiología*, 435: 213-225.

Chin, A. 2006. Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology* 79: 460-487.

Corigliano, M.C. 1994. El efecto de los embalses sobre la fauna planctónica y bentónica del río Ctlamochita (Tercero), (Córdoba, Argentina). *Revista UNRC* 14: 23-38.

Dyer, S.D., White-Hull, C.E., Wang, X., Johnson, T.D. & Carr, G.J. 1998. Determining the influence of habitat and chemical factors on instream biotic integrity for a Southern Ohio watershed. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6: 91-110.

Gill, M.A., Vallania, E.A. y Corigliano, M.C. 1998. Abundancia y distribución de Simuliidae (Diptera) en arroyos de las sierras de San Luis, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 57: 33-38.

Goldstein, R.M., Wang, L., Simon, T.P. & Stewart, P.M. 2002. Development of a stream habitat index for the Northern Lakes and Forests Ecoregion. *North American Journal of Fisheries Management* 22:452-464.

Graca, M.A.S, Rodrigues Capítulo, A., Ocón, C. S. & Gómez, N. 2002. In situ test for water quality assessment: a case study in Pampean rivers. *Water research* 36: 4033-4040.

Hildrew, A.G. 1998. Physical habitat and the benthic ecology of streams and rivers. In Bretschko, G. & J. Halesic (eds), *Advances in River Bottom Ecology*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 13-22 pp.

Kemp, J.L., Harper, D.M. y Crosa, G.A. 2000. The habitat-scale ecohydraulics of rivers. *Ecological Engineering*, 16: 17-29.

Licursi, M. y Gómez, N. 2008. Effects of dredging on benthic diatoms ssemblages in lowland stream. *Journal of Environmental Management* 90: 973-982.

Miserendino, M.L. 2009. Effects of flow regulation, basin characteristics and land-use on macroinvertebrate communities in a large arid Patagonian river. *Biodivers Conserv.*, DOI 10.1007/s10531-008-9565-3.

Newson, M.D. y Newson, C.L. 2000. Geomorphology, ecology and river channel habitat: mesoscale approaches to basin scale challenges. *Progress in Physical Geography*, 24: 195-217.

Ocón, C.S. y Rodrigues Capítulo, A. 2004. Presence and abundance of Ephemeroptera and other sensitive macroinvertebrates in relation with habitat conditions in pampean streams (Buenos Aires, Argentina). *Archiv für Hydrobiologie*, 159: 473-487.

Pardo, I. y Armitage, P.D. 1997. Species assemblages as descriptors of mesohabitats. *Hydrobiologia*, 344: 111-128.

Pavé, P.J. & Marchese, M. 2005. Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología Austral* 15:183-197.

Petts, G. E. y Calow, P. 1996. The Nature of Rivers: 1-6. En River Restoration. G. Petts & P. Calow Eds. 231 pp.

Principe, R.E. y Corigliano, M.C. 2006. Benthic, drifting and marginal macroinvertebrate assemblages lowland river: temporal and spatial variations and size. *Hydrobiologia* 553: 303-317.

Rosenberg, D.M. y Resh, V.H. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, N.Y. 488 pp.

Rodrigues Capítulo, A. 1999. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de aguas en ambientes lóticos de la llanura pampeana. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58: 208-217.

Rodrigues Capítulo, A., Tangorra, M. y Ocón, C.S. 2001. Use of benthic macroinvertebrate to assess the ecological status of pampean rivers (Argentina). *Aquatic ecology*, 35: 109-119.

Rodrigues Capítulo, A., Paggi, A.C. & Ocón, C.S. 2002. Zoobenthic communities in relation with the slope, substrate heterogeneity and urban disturbs on pampean hills streams (Argentina). *Verh. internat. Verein. Limnol. Stuttgart*, 28: 1267-1273.

Rodrigues Capítulo, A., Ocón, C.S. y Tangorra, M. 2003. Una visión bentónica de los ambientes lóticos del NE de la provincia de Bs. As. *Biología Acuática* 21 (versión electrónica).

Sullivan, S.M., Watzin, M.C. y Hession, W.C. 2004. Understanding stream geomorphic state in relation to ecological integrity: Evidence using habitat assessments and macroinvertebrates. *Environmental Management*, 34: 669-683.

Tickner, B., Armitage, P.D., Bickerton, M.A. y Hall, K.A. 2000. Assessing stream quality using information on mesohabitat distribution and character. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 179-196.

Vallania, A.E. y Corigliano, M.C. 2007. The effect of regulation caused by a dam on the distribution of the functional feeding groups of the benthos in the sub basin of the Grande River (San Luis, Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, 121: 201-209.