

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/318043527>

Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos

Article · July 2015

CITATIONS

2

READS

4,751

2 authors:



Ana Isabel Tenjo Morales

Universidad de La Salle

9 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



Estrella Cárdenas

Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia

35 PUBLICATIONS 184 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Genetics and Biogeography of Sandfly Disease vectors (2nd Part) [View project](#)



Análisis de presencia y distribución de macroinvertebrados bentónicos, indicadores de calidad de agua en ambientes fluviales, Código SIGI 166803 [View project](#)



Ana Isabel Tenjo Morales
Licenciada en Matemáticas, MSc.
Universidad de La Salle
atenjo@unisalle.edu.co

Estrella Cárdenas Castro
Bióloga, MSc.
Universidad de La Salle
ecardenas@unisalle.edu.co



IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LOS BIOINDICADORES ACUÁTICOS

En el agua viven miles de organismos poco visibles que, debido a su asociación a sustratos específicos, pueden servir para hacer un seguimiento a la calidad de las fuentes hídricas. ¿Cuáles son estos organismos y qué tienen para informarnos sobre el agua?

¿QUÉ ES UN BIOINDICADOR?

Un bioindicador es una especie o un grupo de especies, ya sean animales, vegetales o microorganismos, que presentan un rango estrecho de tolerancia a uno o varios factores medioambientales de origen biótico o abiótico. La presencia de un **bioindicador** en un hábitat es indicativo de un estado particular de su medio ambiente.

¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UN BUEN BIOINDICADOR?

Las poblaciones de especies que se usan como bioindicadores deben ser abundantes, muy sensibles a los cambios en el medio donde habitan, con poca movilidad, fáciles de identificar y bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico. En cuanto más estrecho sea su límite de tolerancia, mayor será su utilidad como **indicador ecológico**.

¿CUÁLES SON LOS BIOINDICADORES ACUÁTICOS MÁS UTILIZADOS?

Entre los indicadores biológicos más utilizados para la evaluación de los ecosistemas acuáticos del mundo se destacan los **invertebrados bentónicos**, ya que tienen ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática. Su presencia en casi todos los sistemas acuáticos continentales facilita los estudios comparativos; además, su naturaleza sedentaria posibilita análisis espaciales de los efectos de las perturbaciones en el ambiente, muestreos cuantitativos y estudios de las muestras con equipos simples de bajo costo (Rosenberg y Resh, 1993).

¿QUÉ SON LOS INVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y DÓNDE SE ENCUENTRAN?

El *bentos* hace referencia a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares. Dentro de este grupo se encuentran los **macroinvertebrados** y los **microinvertebrados**. Generalmente se distribuyen en el lecho de las corrientes de agua, y muchas de estas especies, con el transcurso del tiempo, desarrollan adaptaciones fisiológicas y morfológicas fuertemente asociadas a las condiciones del hábitat (Pardo y Armitage, 1997).

¿QUÉ SON LOS MACROINVERTEBRADOS Y LOS MICROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS?

Los macroinvertebrados bentónicos son animales que habitan en los sustratos sumergidos de medios acuáticos. Estos organismos realizan sus funciones vitales en dependencia estricta con el sustrato y se conocen como *zoobentos* (figura 1). El prefijo *macro* hace referencia al tamaño, ya que separa los animales observables a simple vista o mediante lupa o estereomicroscopio de otros organismos más pequeños. Los macroinvertebrados bentónicos de tamaño relativamente grande, no inferior a 0,5 mm, comprenden platelmintos (planarias), anélidos (gusanos segmentados), moluscos (caracoles) y principalmente artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos). Dentro de estos últimos, los insectos conforman la mayoría, especialmente en sus formas larvarias (Liévano y Ospina, 2007).

Por otro lado, los microinvertebrados bentónicos agrupan a los invertebrados de menor tamaño (generalmente de tamaño inferior a 0,1 mm), como protozoos, nemátodos, rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos e hidrácaros, que habitan usualmente lagos y humedales (Alba *et al.*, 2005).

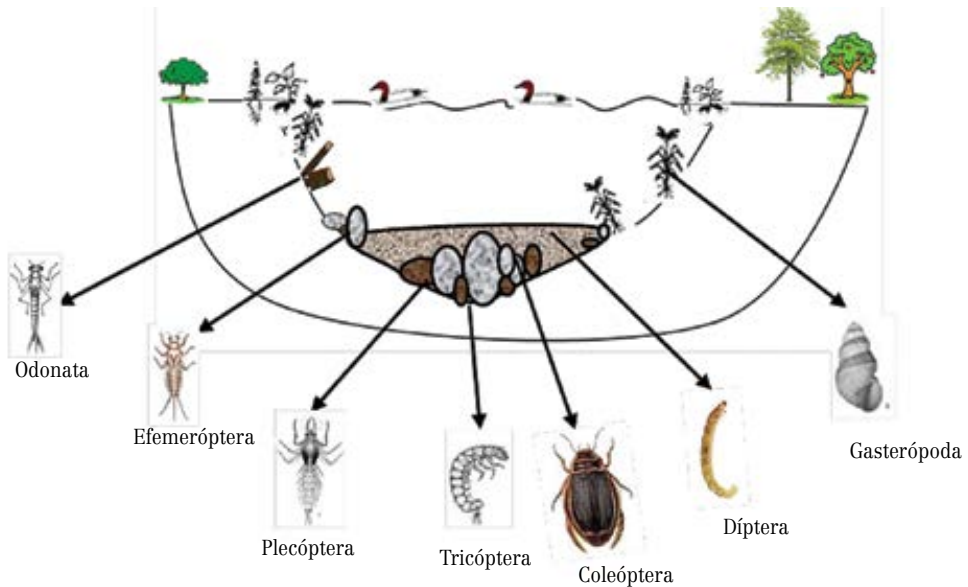


Figura 1. Esquema ilustrativo para ubicar algunos organismos del zoobentos en los diferentes sustratos del lecho de un río

Fuente: las autoras.

¿POR QUÉ LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS SON BUENOS BIOINDICADORES?

Los macroinvertebrados bentónicos permiten evidenciar alteraciones en el medio, a corto y largo plazo, dependiendo de los ciclos de vida de estos organismos, que pueden oscilar entre menos de un mes hasta más de un año, según la especie. Esto posibilita hacer estudios comparativos entre el ciclo de vida y la sobrevivencia de acuerdo con las alteraciones en el hábitat. Como se observa en la figura 2, un grupo de estudiantes hace sus observaciones con elementos simples.



Figura 2. Análisis de macroinvertebrados bentónicos en la quebrada La Honda (Tena, Cundinamarca)

Fuente: las autoras.

¿PUEDEN LOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS ADAPTARSE A CAMBIOS EN LAS CONDICIONES DEL AGUA?

El cambio en las condiciones medioambientales hace que algunas especies desaparezcan; en tanto otras se adaptan para lograr sobrevivir. Por ejemplo, especies de formas planas se adaptan a la superficie de rocas expuestas a corrientes fuertes y se alimentan de microorganismos allí adheridos; otras especies habitan entre arena y lodo y se adaptan a bajas concentraciones de oxígeno; algunas otras necesitan fuentes de alimentación especial, como hojas y madera, asociadas a fuentes ricas en materia orgánica (Kubosova *et al.*, 2010).

En otras palabras, la asociación de los macroinvertebrados con una amplia gama de sustratos puede analizarse desde el punto de vista de la relación de las adaptaciones de las especies a su ambiente y de la relación que mantienen con su hábitat (Schrodera *et al.*, 2013).

¿CUÁLES MACROINVERTEBRADOS PREDOMINAN EN AGUAS SIN CONTAMINAR Y CUÁLES EN AGUAS CONTAMINADAS?

En los nacederos de ríos y quebradas en las montañas, donde el agua es transparente y bien oxigenada, es predominante encontrar altas poblaciones de ninfas o estadios inmaduros de insectos efemerópteros, tricópteros y plecópteros (Roldán, 1999). En ríos y quebradas cuyas aguas son turbias y con poco oxígeno predominan poblaciones altas de larvas de mosquitos chironómidos, lombrices y varias especies de caracoles. A continuación se describen las características de los insectos sensibles a la contaminación y que se utilizan como indicadores de alta calidad del agua.

EFEMERÓPTEROS

Orden: *Ephemeroptera*, del griego *ephemeros* ('efímeros'). Generalmente, los adultos viven un día.

Metamorfosis. Incompleta (hemimetábolos), y en sus etapas inmaduras (ninfas) son acuáticos. Se reconocen por poseer branquias abdominales y tres filamentos terminales.

Alimentación. Los estadios inmaduros se alimentan de algas y detritos.

Tiempo de vida. Pueden durar, según la especie, desde unas pocas semanas hasta un año, mientras que los adultos solo viven en promedio tres días.

Reproducción. Entre 400 y 1000 huevos sobre o dentro del agua; a veces mueren en este proceso.

Sensibilidad a la contaminación. Este orden se considera sensible a la contaminación del agua. Ninguna especie del orden *Ephemeroptera* puede sobrevivir en ambientes muy contaminados (Flowers y De la Rosa, 2010). Sin embargo, algunos géneros han mostrado tolerancia a variaciones ambientales; por ejemplo, especies del género *Epeorus* habitan solo en aguas rápidas, limpias y bien oxigenadas, mientras que especies del género *Stenonema* pueden habitar en ríos tibios, lentos y con contaminación.



A) Adulto de Ephemeroptera

Fuente: http://farm4.staticflickr.com/3374/3488917585_d4263e8a7b.jpg



B) Ninfa de Ephemeroptera

Fuente: http://www.stroudcenter.org/about/images/Ameletus_0237_800x317.jpg

TRICÓPTEROS

Orden: *Trichoptera*, del griego *trichos* ('pelo') y *pteron* ('ala'). Son organismos que, en su estado adulto, tienen pelos en las alas.

Metamorfosis. Completa (holometábolos). Durante su desarrollo pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.

Alimentación. Las larvas poseen mandíbulas y son detritívoras o filtradoras, mientras que los adultos no poseen mandíbulas y se alimentan del néctar de las flores.

Tiempo de vida. El estadio de pupa dura alrededor de dos semanas y se desarrolla en el agua, dentro de un refugio fijado fuertemente al sustrato. Los adultos tienen vida corta: solo alcanzan hasta dos semanas.

Reproducción. Las hembras ponen sus huevos en grupos envueltos en una masa gelatinosa para protegerlos, y los depositan cerca o dentro del agua.

Comportamiento. Las etapas inmaduras (larvas y pupas) habitan en agua dulce, mientras que los adultos tienen vida terrestre. Varias especies usan seda para armar casitas de piedras, de material vegetal o de conchas de caracoles; otros construyen una red de seda para filtrar el agua.

Sensibilidad a la contaminación. Los tricópteros, al igual que los efemerópteros, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua, puesto que la gran mayoría de las especies son muy sensibles a la contaminación y a la alteración de su hábitat (Springer, 2010).



A) Adulto de *Trichoptera*

Fuente: <http://revistadeartes.com.ar/revistadeartes44/imagen/curiosidades-caddisfly-1.jpg>



B) Ninfa de *Trichoptera*

Fuente: http://bioweb.uwlax.edu/bio210/s2013/chase_robe/caddisflies.jpg%20sljfk.jpg

PLECÓPTEROS

Orden: *Plecóptera*, del griego *pleikein* ('trenzado') y *pteron* ('ala'), esto indica, adulto con ala plegada o entrelazada.

Metamorfosis. Incompleta (hemimetábolos). Los organismos pasan por tres estadios de desarrollo: huevo, ninfa y adulto.

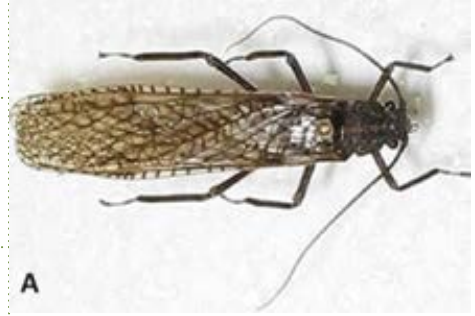
Alimentación. En los estadios inmaduros son detritívoros, mientras que en los estadios ninfales pueden convertirse en predadores. Los adultos se alimentan del néctar de las flores.

Tiempo de vida. Según la especie, los estados inmaduros pueden durar desde un mes hasta un año. Los adultos viven desde unos pocos días hasta varias semanas.

Reproducción. Suelen ovipositar de varias formas. Ponen sus huevos al vuelo sobre el agua, o los adhieren al sustrato sumergido o sobre hojas sumergidas. Las masas de ovoposición pueden contener desde 25 hasta unos 3000 huevos por hembra.

Comportamiento. Las etapas inmaduras (ninfas) son acuáticas y se reconocen por poseer branquias torácicas y dos filamentos terminales. Los adultos se encuentran con frecuencia en la vegetación ribereña.

Sensibilidad a la contaminación. Una característica importante de los plecópteros es su alta sensibilidad a los cambios del ambiente acuático, lo cual los hace excelentes indicadores de calidad de agua; por ello, se les incorpora en índices biológicos de calidad de aguas superficiales (Gutiérrez, 2010).



A) Adulto de Plecóptera

Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_ZbuUoIDCUCI/RvvKFZj6HSI/AAAAAAAAAdE/WaHk876tHJ8/s400/plecoptera.jpg



B) Ninfa de Plecóptera

Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_ZbuUoIDCUCI/RvvKFZj6HSI/AAAAAAAAAdE/WaHk876tHJ8/s400/plecoptera.jpg

¿PARA QUÉ NOS SIRVEN LOS ESTUDIOS REALIZADOS CON MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS?

Estos organismos forman parte de numerosos sistemas de bioindicadores y métricas desarrollados especialmente en ríos y, en menor medida, humedales y lagos, dada su elevada diversidad, la estructura de su hábitat y las relaciones con otras especies. Así, los ensamblajes de macroinvertebrados bentónicos de agua dulce han proporcionado información valiosa, durante más de un siglo, para desarrollar programas de evaluación de la calidad del agua (Jackson y Fuereder, 2006).

Las preferencias de las especies de invertebrados acuáticos por sustratos específicos en el fondo del río han permitido no solo hacer evaluación de la calidad del agua, sino que además hacen posible el seguimiento de la contaminación térmica, los cambios en mineralización del agua, la contaminación orgánica, la contaminación por medio de otros contaminantes, las alteraciones del régimen de caudales, la alteración de la morfología de lecho fluvial, entre otros.

REFERENCIAS

- Alba, J., Pardo, I., Prat, N. y Pantoja, A. (2005). *Metodología para el establecimiento de estado ecológico según la directiva marco del agua: protocolo de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos*. Madrid: Ministerio del Ambiente y Confederación Hidrográfica de Ebro.
- Flowers, R. W. y De la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(supl. 4), 63-93.
- Gutiérrez, P. E. (2010). Plecoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(supl. 4), 139-148.
- Jackson, J. K. y Fuereder, L. (2006). Long-term studies of freshwater macroinvertebrates: a review of the frequency, duration and ecological significance. *Freshwater Biology*, 51, 591-603.
- Kubosova, K., Brabec, K., Jarkovsky, J. y Syrovatka, V. (2010). Selection of indicative taxa for river habitats: a case study on benthic macroinvertebrates using indicator species analysis and the random forest methods. *Hydrobiologia*, 651(1), 101-114.

- Lievano-León, A. y Ospina-Torres, R. (2007). *Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón*. Bogotá: Universidad El Bosque e Instituto Alexander von Humbolt.
- Pardo, I. y Armitage, P. D. (1997). Species assemblages as descriptors of mesohabitats. *Hydrobiologia*, 344(1), 111-128.
- Roldan-Pérez, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 23(88), 375-387.
- Rosenberg, D. M. y Resh, V. H. (1993). Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. En *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Nueva York: Chapman and Hall.
- Schrodera, M., Kieseld J., Schattmanna A., Jahnige, S. C., Lorenza, A. W., Kramma, S., Keizer-Vlekc, H., Rolauffsa, P., Grafb, W., Leitnerb, P. y Heringa, D. (2013). Substratum associations of benthic invertebrates in lowland and mountain streams. *Ecological Indicators*, 30, 178-189.
- Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(supl. 4), 151-198.