



Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos

Los ríos representan la principal fuente de agua para consumo humano, agricultura y otras actividades industriales. Suponen una fuente importante de alimento y muchos de ellos son utilizados como sistemas de transporte, pero sobre todo son un componente esencial de nuestro patrimonio natural y cultural. Constituyen ecosistemas con gran riqueza de biodiversidad, donde ver fluir el agua es un valor en sí mismo, y son la más querida seña de identidad de numerosos pueblos, ciudades y regiones, como es el caso de La Rioja, con nombre de río y difícil de imaginar sin sus ríos, vivos.

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define río como una “*corriente de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar*”. Esta definición podría ser correcta desde un punto de vista hidráulico, sin embargo, desde un punto de vista ecológico resulta una simplificación importante de la realidad, puesto que un río es un ecosistema formado por el volumen de agua al que se refiere la RAE, pero también por el agua subsuperficial, por el propio cauce, con sus componentes físicos y químicos, por la zona de ribera y por todos los organismos que habitan en estos hábitats y las interacciones entre ellos. En este sentido, un elevado porcentaje del deterioro que vienen sufriendo los ríos en los últimos años e incluso siglos, se debe a esta concepción simplificada de los mismos.

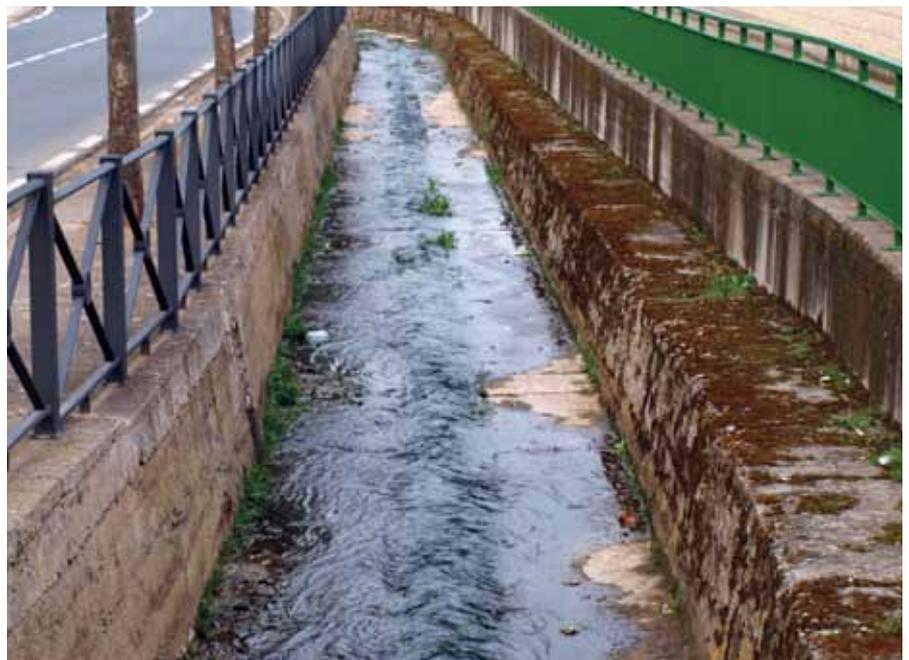
Con el objetivo de reducir dicho deterioro de los ecosistemas acuáticos surge la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE, DMA), claramente diferenciada de normativas anteriores. Dicha legislación establece que el objeto central de la gestión no debe ser solo la calidad del agua, sino la conservación del estado ecológico, concepto que engloba la calidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, de un concepto puramente hidráulico, hemos pasado a una definición ecosistémica de la gestión. Asimismo, la DMA establece que para llevar a cabo una correcta gestión y diagnóstico de los ecosistemas fluviales, además de los habituales análisis químicos, se han de utilizar indicadores biológicos que nos permitan establecer el estado ecológico de manera más precisa.

La utilización de dichos indicadores biológicos o bioindicadores se basa en el análisis de la alteración de la comunidad de organismos que habitan los ecosistemas fluviales frente a una perturbación determinada. Dichos indicadores gozan de un creciente interés y utilización debido a que son capaces de integrar los cambios que ha sufrido el ecosistema a lo largo de la vida del

organismo. Este hecho contrasta con los indicadores de calidad fisicoquímicos, puesto que la información que aportan estos últimos sólo es representativa de las condiciones momentáneas del agua. Asimismo, los indicadores biológicos son capaces de informar de perturbaciones más allá de la propia contaminación del agua, como puede ser la alteración física del cauce y de la ribera.

Existen diferentes tipos de indicadores biológicos de ecosistemas fluviales, como microorganismos, macrofitos o peces. Sin embargo, uno

de los grupos más ampliamente utilizados y establecido por la propia DMA como un tipo de indicadores a utilizar son los macroinvertebrados acuáticos. Esto se debe a varias razones: i) su elevada diversidad; ii) son relativamente fáciles de muestrear, iii) los diferentes taxones presentan requerimientos ecológicos diferentes; iv) los protocolos de muestreo y elaboración de índices están bien estandarizados; y v) poseen un tiempo de vida relativamente largo, que permite integrar los efectos de la contaminación en el tiempo.



Las diferencias entre un río con todos sus componentes, en la imagen de arriba, y una corriente de agua, en la imagen de abajo, son evidentes.

Macroinvertebrados acuáticos

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500 µm, entre los que se incluyen animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, entre los que se encuentran los cangrejos. Sin embargo, el grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Entre los insectos con alguna fase de su vida acuática destacan, por su abundancia y distribución, los siguientes órdenes: efemerópteros, plecópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros.

Efemerópteros. Las larvas de este orden son exclusivamente acuáticas y pueden vivir hasta 2 años, mientras que la vida del adulto es muy efímera, de donde se deriva su nombre, llegando a vivir pocas horas o incluso minutos. Su respiración se realiza por branquias abdominales relativamente bien desarrolladas y en su mayor parte son detritívoros (se alimentan de materia orgánica muerta) y herbívoros. A pesar de que presentan diferencias en cuanto a su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno, un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a condiciones ácidas.



Larva de la familia Heptageniidae (orden efemerópteros). Estos organismos presentan un gran aplanamiento dorso-ventral que les permite vivir en zonas de elevada corriente y requieren una cierta calidad del agua para vivir. Se pueden observar las grandes branquias abdominales que presentan.

Plecópteros. Constituyen un orden con larvas exclusivamente acuáticas. El adulto presenta un vuelo torpe y suele pasar gran parte del tiempo entre las rocas, por lo que a los adultos de este grupo se les conoce con el nombre de “moscas de las piedras”. Se trata de especies que viven en el fondo de cauces de aguas frías, bien oxigenadas y libres de contaminación, por lo que son ampliamente utilizados como bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático. Esta sensibilidad a las bajas concentraciones de oxígeno parece derivarse de la ausencia de grandes branquias, de manera que éstas pueden estar constituidas por finos filamentos en la base de las patas o incluso en el cuello. De acuerdo a su régimen alimenticio pueden ser fragmentadores de materia orgánica gruesa o depredadores.



Larva de la familia Perlidae (orden plecópteros). Esta familia requiere elevadas concentraciones de oxígeno para vivir, por lo que su presencia nos informa del buen estado del agua.



Detalle de larva de Perlidae, donde se aprecia el complejo aparato bucal de la misma y las branquias, con aspecto piloso, en la base de las patas.

Odonatos. Los odonatos engloban a los conocidos como libélulas y caballitos del diablo. Los adultos no se ven obligados a vivir en las inmediaciones del agua, pero las larvas son acuáticas sin excepción. Las larvas de todas las especies de odonatos son zoófagas, atacan a diferentes animales con los que comparten territorio, como oligoquetos, efemerópteros o dípteros e incluso pueden llegar a atacar a renacuajos y alevines de peces. Con este fin depredador, el labro está transformado en un órgano prensil o máscara dentada que es desplegado bruscamente y lanzado hacia adelante para capturar las presas, que quedan atrapadas en los ganchos móviles de las piezas bucales. Pueden vivir en una amplia variedad de hábitats, pero son más frecuentes en las zonas con poca velocidad de corriente de los cursos fluviales, como remansos o en pequeñas lagunas.



Larva de la familia Aeshnidae (orden odonatos). Se trata de la larva de un tipo de libélulas que pueden alcanzar gran tamaño y que viven generalmente en aguas con poca o nula velocidad de corriente. Son voraces depredadoras y requieren cierta calidad del agua para vivir.

Hemípteros. Son un grupo de insectos caracterizados por poseer un aparato bucal chupador, dentro del cual alrededor del 10% de las especies son acuáticas. Una gran parte de familias viven sobre la superficie del agua, como los conocidos zapateros, y la mayoría son depredadores, que a menudo inoculan compuestos tóxicos en sus presas a través de sus estiletes maxilares. Presentan numerosas adaptaciones frente a la depredación, fundamentalmente de peces, como el hecho de vivir en la superficie del agua, el comportamiento gregario o la capacidad de saltar varios centímetros de algunas especies.

Coleópteros. Constituyen el mayor grupo de insectos y, quizá, el más evolucionado. Únicamente el 15% de las especies aproximadamente son acuáticas. Esta adaptación al medio acuático puede tener lugar en diferentes etapas del ciclo vital, de manera que en algunos grupos las larvas y adultos son acuáticos, mientras que en otros sólo una de las dos fases. Presentan un régimen alimenticio muy variado y la calidad de las aguas no suele ser un factor determinante en la distribución de muchas familias de este grupo.



Larva de la familia Gyrinidae (orden coleópteros). Son depredadores tanto en estado larvario como adulto. Los adultos describen característicos movimientos circulares en la superficie del agua. Son capaces de vivir en aguas con diferente nivel de calidad.

Dípteros. Este orden, también conocido como moscas verdaderas, es uno de los más ampliamente distribuidos y con mayor diversidad, en el que muchas especies presentan larvas acuáticas como los mosquitos y tábanos, entre otros. Algunas especies están adaptadas a vivir en zonas con elevadas corrientes y concentraciones de oxígeno, mientras que otras son especies oportunistas, adaptadas a vivir en ecosistemas con ciertas perturbaciones e incluso en condiciones extremas, por lo que hay especies con requerimientos muy diferentes en cuanto a la calidad del agua, lo cual es usado frecuentemente como indicador de la misma.



Larva de la familia Tabanidae (orden dípteros). Son depredadores que soportan cierto grado de contaminación. Son los conocidos tábanos, que en estado adulto provocan dolorosas picaduras.



Larva de la familia Blephariceridae (orden dípteros), donde se pueden apreciar las ventosas ventrales que le sirven de fijación al sustrato y le permiten vivir en zonas de cabecera, con elevadas velocidades de corriente y bien oxigenadas.



Larva de la familia Chironomidae (orden dípteros). Esta familia es una de las más habituales y abundantes en todo tipo de hábitats de agua dulce, capaz de adaptarse a ríos con diferentes tipos de perturbaciones mejor que otros taxones de macroinvertebrados, por lo que un aumento de su frecuencia relativa respecto al total de macroinvertebrados nos indica que existe alguna perturbación en el ecosistema.

Tricópteros. Constituyen uno de los grupos de insectos más importantes de los ecosistemas acuáticos, con larvas exclusivamente acuáticas. Algunas especies fabrican estuches con materiales tan diversos como arena, grava o restos vegetales y en el interior del mismo desarrollan su ciclo larvario. Su modo de alimentación es muy variado, con especies herbívoras, detritívoras y depredadoras, y presentan en general cierta exigencia en cuanto a la calidad del agua.



Larva de la familia Sericostomatidae (orden tricópteros), junto con su estuche, construido con granos de arena. Son buenos indicadores de la calidad del agua.



Larva de la familia Hydropsychidae (orden tricópteros). Son un tipo de tricópteros que no construyen estuches, pero fabrican redes de seda con las que atrapan partículas arrastradas por el río y que le sirven de alimento. No son muy exigentes en cuanto a calidad del agua, por lo que suelen aparecer en la mayoría de tramos fluviales.

Deriva de macroinvertebrados y estrategias para mantener una población a pesar de la deriva

Un aspecto fundamental en el ciclo de vida de los macroinvertebrados es la deriva, definida como el transporte y arrastre de organismos por la corriente de un río. Para evitar pérdidas poblacionales por esta deriva, los macroinvertebrados han desarrollado diferentes estrategias, como i) el remonte del río de las hembras adultas voladoras para depositar los huevos aguas arriba, ii) tasas elevadas de reproducción que compensen las pérdidas de individuos, iii) migración hacia las orillas o hacia el flujo subterráneo y iv) estrategias morfológicas que permitan resistir el arrastre del agua.

Entre estas estrategias morfológicas, algunos macroinvertebrados han desarrollado ventosas que les permiten adherirse fuertemente y de manera temporal al sustrato, como las familias de dípteros Blephariceridae y Simuliidae, mientras otras familias han desarrollado un aplanamiento dorsoventral, como la familia Heptageniidae (efemerópteros). Por su parte, las larvas de tricópteros sin estuche se sujetan al sustrato mediante dos ganchos situados en el último segmento abdominal y en los tricópteros con estuche, éste puede lastrarse con piedrecillas o tener prolongaciones hidrodinámicas que contribuyen a mantenerlos en el fondo.

Importancia de los macroinvertebrados en las redes tróficas

Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Es decir, a nivel de grupo, los macroinvertebrados acuáticos van a consumir la materia

orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, como algas o briófitos, y la materia orgánica procedente del ecosistema terrestre, fundamentalmente del bosque de ribera, y la van a transferir a los grandes vertebrados del ecosistema, representando la principal fuente de alimento de éstos, de manera que la alteración de la comunidad de macroinvertebrados de los ecosistemas fluviales va a afectar directamente a animales como peces, aves acuáticas o mamíferos semiacuáticos.

Como ejemplo, podemos destacar especies tan emblemáticas como la trucha, el desmán ibérico o el mirlo acuático, cuyas dietas se componen mayoritariamente de larvas de efemerópteros, plecópteros y tricópteros, los cuales, como hemos comentado anteriormente, requieren buenas condiciones de calidad del agua para vivir, por lo que una determinada alteración que empeore la calidad del agua o las condiciones de hábitat requeridas por estas especies de macroinvertebrados, va a provocar un claro descenso de la población de los vertebrados comentados.

Impactos al ecosistema fluvial que alteran la comunidad de macroinvertebrados

Contaminación del agua. A pesar de la generalizada implantación de sistemas de depuración que disminuyen el impacto de vertidos de tipo puntual procedentes de núcleos urbanos e industriales, este tipo de vertidos sigue suponiendo un claro impacto a los ecosistemas fluviales, puesto que los sistemas de depuración no son capaces de eliminar todas las sustancias tóxicas ni todos los vertidos pasan por un sistema de depuración. Las sustancias tóxicas que llegan al río provocarán un impacto sobre la comunidad de macroinvertebrados y la biota en general. Como ejemplo, cabe destacar las crecientes concentraciones de pesticidas y productos farmacéuticos que se han detectado en los ríos y que pueden afectar gravemente a los animales acuáticos.

Eutrofización. Consiste en el crecimiento desmesurado de organismos fotosintéticos en el agua como consecuencia de un aumento de nutrientes en la misma, fundamentalmente nitratos procedentes de actividades agroindustriales y fosfatos procedentes de detergentes. La acumulación excesiva de algas y otros productores conduce finalmente a la muerte y putrefacción de éstas, provocando un descenso de las concentraciones de oxígeno en el agua, que limita el asentamiento de gran cantidad de macroinvertebrados.

Alteraciones morfológicas. Cabe destacar que cada grupo de macroinvertebrados vive en un tipo concreto de hábitat, como pueden ser pozas, rápidos, sombras, grandes bloques, raíces de árboles, plantas acuáticas, llanuras de inundación, etc. Por ello, cualquier tipo de alteración que provoque una homogenización del cauce y la eliminación de muchos de estos hábitats, como la construcción de escolleras o canalizaciones, provocará



Imagen de un tramo del río Najerilla bien conservado, con buen desarrollo del bosque de ribera y gran diversidad de hábitats, con diferentes profundidades, regímenes de velocidad, tipos de sustrato, vegetación en el cauce o raíces expuestas, lo cual permitirá el desarrollo de una gran diversidad de organismos.

en último término una disminución de la diversidad de macroinvertebrados y el consiguiente empobrecimiento del ecosistema.

Alteraciones del régimen del caudal. Éstas pueden derivarse de la toma de agua para regadíos, de pequeñas centrales hidráulicas y, fundamentalmente, de embalses, y son capaces de modificar la comunidad original de seres vivos, puesto que las especies autóctonas han desarrollado estrategias de vida adaptadas al flujo natural. En este sentido, Narcís Prat, catedrático de ecología y experto en ecología fluvial, asemeja las variaciones anuales del caudal de los ríos con un electrocardiograma que indica los latidos del corazón, y afirma que *“El latido natural de los ríos es la esencia de su personalidad; cada río tiene su latido propio y cambiarlo significa cambiar su personalidad, es decir, modificar totalmente su flora y fauna”*.

Especies invasoras. La introducción de especies invasoras se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales en la época de la globalización, puesto que hoy podemos estar pescando en un río escandinavo y mañana en el río Iregua, pudiendo transportar numerosas especies de manera involuntaria si no se toman las medidas preventivas necesarias. Algunas especies introducidas son capaces de adaptarse perfectamente a las nuevas condiciones y provocan el desplazamiento de especies autóctonas e incluso pueden desencadenar la alteración física y química del hábitat. Algunas de las especies invasoras en ecosistemas fluviales de La Rioja son los cangrejos señal y americano, el visón americano, el mejillón cebra o el siluro, entre otras.

Alteraciones del bosque de ribera. Los bosques de ribera llevan a cabo una gran cantidad de funciones básicas en el ecosistema fluvial entre las que cabe destacar la estabilización de los márgenes; la retención de sedimentos y, con ello, la reducción del poder erosivo

del río; la creación de hábitats y refugio para todo tipo de especies animales, incluidos macroinvertebrados; y la retención de nutrientes y contaminantes antes de que entren en el cauce. Además proporcionan alimento y sombra al río, favoreciendo la aparición de nuevos microhábitats e impidiendo la proliferación excesiva de algas. Por todo ello, cualquier alteración de los bosques de ribera provocará una alteración clara de la comunidad de macroinvertebrados.

Importancia de la madera en el cauce. Se ha querido recalcar la importancia de la madera en el cauce como contraposición a la idea generalizada de que la madera muerta representa suciedad. Esta madera sirve de alimento a gran cantidad de especies de macroinvertebrados, aumenta la diversidad del cauce gracias a la aparición de nuevos hábitats, como pozas o rápidos, y sirve de refugio para numerosos animales acuáticos, no solo invertebrados, sino también numerosos peces como las truchas, que pueden refugiarse aquí de depredadores externos como garzas o cormoranes.

Con todo lo expuesto, podemos concluir que los ríos son mucho más que una simple corriente de agua. Son ecosistemas muy diversos y complejos, con una gran cantidad de componentes físicos y químicos y organismos muy diferentes, todos los cuales son necesarios para el correcto funcionamiento del río.



Río limitado lateralmente por la presencia de escolleras, lo que provoca la homogenización del cauce, con pocos hábitats diferentes en el río. Asimismo, la eliminación del bosque de ribera incrementa la insolación del cauce, lo que origina un desarrollo excesivo de algas en el mismo. Con todo ello, la diversidad de macroinvertebrados y de organismos en general se verá muy empobrecida.

EL AUTOR: Rubén Ladrera Fernández

Rubén Ladrera Fernández (Nájera, 1980) es Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Salamanca y Doctor por la Universidad Pública de Navarra. Máster en Ecología de Sistemas Acuáticos Continentales por la Universidad de Barcelona. Es autor de numerosos artículos científicos en revistas de investigación nacionales e internacionales, así como de varios capítulos de libro y comunicaciones a congresos. Es profesor de enseñanza secundaria en el IES Tierra Estella (Navarra) y lleva a cabo diferentes estudios de investigación en ecosistemas fluviales de La Rioja, especialmente en el Parque Natural Sierra de Cebollera.