
Análisis del estado ecológico de los ríos en la comarca de Benavente y los Valles

LUCÍA GARCÍA GONZÁLEZ, PAULA FERRERO ALONSO,
LORETO DíEZ FERNÁNDEZ Y RAFAEL PÉREZ ROMERO*

TITLE: Ecological status study about rivers of Benavente and surroundings

RESUMEN: En este trabajo se analiza la calidad de tres ríos de Benavente y alrededores: el Órbigo, el Tera y el Esla. Los puntos de muestreo fueron: Manganeses de la Polvorosa, Mózar de Valverde y Arcos de la Polvorosa, respectivamente. Los análisis se realizaron empleando parámetros físico-químicos y parámetros biológicos con la recolección de macroinvertebrados de las zonas bentónicas. Los resultados obtenidos muestran que el río Tera tiene mejor calidad, con lo que pudimos observar mayor riqueza y abundancia de macroinvertebrados, y por consiguiente una mayor biodiversidad de especies. También, se observa una mayor concentración de oxígeno disuelto que indica un estado óptimo de las aguas, al contrario que el río Esla que presenta los peores datos de calidad de agua.

SUMMARY: This study is focused on the analysis of the water quality of three rivers of Benavente and surroundings: the Órbigo, the Tera and the Esla. The sampling points were set in Manganeses de la Polvorosa, Mózar de Valverde and Arcos de la Polvorosa, respectively. The analyses were performed using physico-chemical parameters and biological parameters with the collection of macroinvertebrates from the benthic zones. The results obtained show that the Tera river has better quality, and accordingly a wider biodiversity. We can also observe a higher concentration of dissolved oxygen that shows a good water quality, in contrast with Esla river, which has a worse environmental status.

PALABRAS CLAVE: Órbigo, Tera, Esla, macroinvertebrados, parámetros físico-químicos.

KEYWORDS: Órbigo, Tera, Esla, macroinvertebrates, physical-chemical environmental parameters.

* IES Los Sauces, Benavente, Zamora. rperezrome@educa.jcyl.es

1. INTRODUCCIÓN

El IES Los Sauces (Departamento de Biología y Geología) ha participado en la Sexta edición Premios de Investigación e Innovación Educativa (PIIECYL2019) con un trabajo titulado: “Análisis del estado ecológico de los ríos en la comarca de Benavente y los Valles”. En este proyecto se realizó un estudio ecológico de los tres ríos principales que discurren por la comarca de Benavente y los Valles, mediante un control y análisis de la calidad del agua en distintas zonas de los ríos, para determinar el estado actual de las aguas en la comarca. Los resultados más destacados se recogen en el presente artículo.

La calidad del agua es una variable fundamental del estado de los ecosistemas acuáticos, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológicas, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas (Dimas *et al.*, 2004).

Diversos factores pueden modificar las características de los recursos y ecosistemas acuáticos, afectando la calidad del agua y la de los propios ecosistemas (Arroyo, 2010). La contaminación del agua, y con ella la perturbación y deterioro de los ecosistemas acuáticos como consecuencia de los vertidos derivados de las actividades humanas, supone un grave riesgo para la salud y para el bienestar de las personas, así como un severo problema ambiental (Ruiz, 1998). Por todo ello, se hace preciso determinar la calidad del ecosistema fluvial, el estado de conservación en el que se encuentra, para que a la vista de los resultados obtenidos puedan tomarse medidas encaminadas a una gestión integrada que contemple sus usos y aprovechamientos compatibles con el mantenimiento de sus condiciones naturales.

Nuestra zona de estudio se corresponde con la comarca de “Benavente y los Valles”. Constituye una encrucijada en la que confluyen algunos de los principales cursos fluviales de la cuenca noroccidental del río Duero: Tera, Esla y Órbigo.

Cabe señalar que la zona pertenece a la Red Natura 2000: LIC Riberas del río Tera, Esla, Órbigo y sus afluentes. La superficie englobada en el LIC la define el cauce del río más una anchura de 25 metros en cada margen a lo largo de los tramos. Tiene una gran importancia como “corredor biológico”. Está caracterizada por presentar los siguientes tipos de hábitats:

- Bosques aluviales de alisos (*Alnus glutinosa*) y fresnos (*Fraxinus excelsior*) (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), hábitat prioritario.
- Bosques galería de sauces (*Salix alba*) y álamos blancos (*Populus alba*).
- Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*.

2. OBJETIVOS

Los objetivos prioritarios del Proyecto de Investigación origen de este estudio se dirigen a generar un conocimiento, de la situación medioambiental de nuestra zona que tome en cuenta a las distintas partes interesadas de la sociedad:

1. Conocer y mejorar el aprovechamiento y la calidad medioambiental de las riberas de los ríos de la comarca de Benavente y los Valles, la cual, debido a la agricultura intensiva y a los vertidos de aguas residuales puede ser bastante deficiente. De ahí la importancia de conocer y mejorar la situación en la que se encuentra los ríos y sus arroyos.
2. Realizar un seguimiento de la situación actual de las aguas de los tres ríos más importantes de la comarca y comparar su estado actual con el de épocas pasadas.
3. Impulsar el carácter práctico de la docencia en materia de Biología y Geología, fomentando los conocimientos y habilidades científico-técnicas en el alumnado de Bachillerato y su espíritu crítico.
4. Informar sobre los beneficios de la investigación científica a toda la sociedad en general.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

En la actualidad el seguimiento y control de la calidad de los cauces fluviales se realiza fundamentalmente en base a dos grandes grupos de parámetros indicadores: parámetros físico-químicos y parámetros biológicos.

Los parámetros físico-químicos han sido los indicadores tradicionalmente empleados en el estudio de la calidad del agua de un cauce fluvial y en el estudio de vertidos. Sin embargo, su aplicación puede resultar en ocasiones insuficiente si no se dispone por ejemplo de una serie relativamente amplia de datos, ya que aportan una información temporal y espacialmente puntual. Por ello, el empleo de estos indicadores puede complementarse con el estudio de otro tipo de parámetros, como es el caso de parámetros biológicos.

Entre los distintos grupos de organismos que forman parte del ecosistema acuático se encuentra el grupo de los macroinvertebrados. El término macroinvertebrado acuático se utiliza para referirse a aquellos animales invertebrados con un tamaño superior a 250-300 μm . Una gran parte de los mismos corresponden generalmente a grupos de artrópodos, y dentro de éstos a los insectos, y en particular a sus formas larvarias (Alba-Tercedor, 1996). Los macroinvertebrados acuáticos son el grupo que con mayor frecuencia se utiliza en estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, ya que presentan algunas características que los hacen especialmente útiles para estos fines. Además, son numerosos los métodos desarrollados para el análisis de los datos obtenidos del estudio de macroinvertebrados, dentro de los que se incluyen índices bióticos y de diversidad.

Según la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario en el ámbito de la política de aguas, tenemos que tener en cuenta los indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico del río. Los indicadores de calidad más adecuados para un análisis preliminar del estado actual de los ríos son los indicadores biológicos (composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados) e indicadores químicos y físico-químicos generales que afectan a los indicadores biológicos (condiciones térmicas, condiciones de oxigenación, salinidad, estado de oxigenación y condiciones en cuanto a nutrientes).

Por otra parte, y de manera complementaria, se calificará el bosque de ribera acompañante de los ríos, valorando las especies vegetales existentes, el grado de cobertura, etc.

3.1 Metodología

3.1.1 Recogida de muestras de agua, análisis de diversos parámetros “in situ”, extracción de ejemplares de fauna bentónica de invertebrados, observación del bosque de ribera con recogida de flora vegetal característica

Para el estudio de los ríos en nuestra comarca hemos realizado, en primer lugar, un muestreo de agua, macroinvertebrados acuáticos y flora en varias estaciones de muestreo previamente seleccionadas tras un estudio del ecosistema fluvial: Manganeses de la Polvorosa (río Órbigo), Mozar de Valverde (río Tera) y Arcos de la Polvorosa (río Esla).

Realizamos la recogida y almacenamiento de todas las muestras de acuerdo con las especificaciones señaladas en la Orden MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas; así como por las recogidas en el manual *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA-AWWA-WEF, 2005), Método 1060 A. Introduction, B. Collection of samples y C. Sample storage and preservation; y en las siguientes Normas Europeas ISO.



Fig. 1 Loreto Díez observando la red de mano en el río Órbigo.

Ya que para el estudio de los macroinvertebrados se ha escogido la aplicación del índice IBMWP' (*Iberian Biological Monitoring Working Party*) hemos realizado un muestreo de tipo cualitativo ejecutado moviendo los distintos sustratos y colocando la red de mano frente a la corriente (tamaño de malla 300 μm) hasta conseguir muestrear todas las familias de macroinvertebrados que habitan en el tramo de río en estudio. Una vez recogida cada muestra, el contenido se vuelca en una bandeja y se pasa a un bote de muestreo con un contenido en alcohol del 70%, realizando el análisis posterior en laboratorio mediante lupa de 6x e identificación mediante claves (Tachet-Bournaud-Richoux, Merrit & Cummins, etc.) (Fig. 1).

En cada una de las estaciones de muestreo se ha realizado una medida in situ de pH, conductividad, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, turbidez y temperatura. Cada uno de estos parámetros fue medido tres veces en cada muestreo con el objeto de asegurar la repetitividad de cada dato.

Se indican a continuación los distintos equipos utilizados en el campo para la toma de estas variables:

- pH – esta medida se ha obtenido con un pHmetro portátil WTW pH330/SET 1, Nr 100 787, provisto de un electrodo WTW Sentix 41.
- Conductividad (cond) y sólidos disueltos totales (SDT) – se ha medido con un conductímetro WTW modelo LF 330/SET, Nr 300204 equipado con una sonda WTW tetraCon 325.
- Temperatura (T^a) – la medida de temperatura se ha tomado con las dos sondas anteriormente descritas, pues todas ellas cuentan con un sensor térmico. De esta forma, se consideró como valor final la media de las dos medidas.
- Oxígeno disuelto (OD) – medida realizada con un oxímetro portátil WTW Oxi330i/SET, provisto con un electrodo WTW Oxicell 325.
- Turbidez (T) – medida realizada con un turbidímetro portátil HI 98713 HANNA.

3.1.2 Análisis en laboratorio del resto de parámetros y determinación taxonómica de los ejemplares anteriormente citados

El análisis de todas las muestras recogidas y los parámetros físico-químicos y parámetros biológicos ha sido realizado en los laboratorios de Ciencias del IES Los Sauces.

Por último, señalar que a los macroinvertebrados han servido para valorar y estimar la calidad de las aguas en las que viven a través de las comunidades que forman, y se utilizan, junto con otros parámetros de tipo fisicoquímico, como indicadores de la calidad del agua en relación al grado de contaminación que son capaces de soportar.

Los ejemplares de las muestras de macroinvertebrados acuáticos se han identificado en el laboratorio según claves de determinación (Tachet-Bournaud-Richoux, Merrit & Cummins, etc.). Para ello se limpian utilizando un tamiz de 300 μm de malla y abundante agua, para a continuación separar e identificar hasta familia, o grupo taxonómico incluido en el IBMWP' (Alba Tercedor & Sánchez Ortega, 1988) todos los taxones diferentes existentes en la muestra. Además se realizó un recuento del número de individuos en cada muestra.

3.1.3 Tratamiento de los datos

Finalmente, se han tratado los datos calculando los siguientes índices que son indicadores del estado actual de las aguas de los ríos de la comarca:

IBMWP: *Iberian Biological Monitoring Working Party* se basa en la tolerancia de las especies de macroinvertebrados acuáticos a la contaminación del medio, dando puntuación a las familias en función de su tolerancia (1 para familias muy tolerantes y 10 a las que no toleran la contaminación) y sumando los valores obtenidos para calcular el grado de contaminación del tramo.

Las puntuaciones del IBMWP' se agrupan en cinco clases de calidad que inicialmente se han asimilado a los niveles del estado ecológico (Tabla 1).

Tabla 1: Cinco clases de calidad del IBMWP.

ESTADO ECOLÓGICO	CALIDAD	IBMWP
Muy Bueno	Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo apreciable.	≥ 101
Bueno	Aceptable. Son evidentes algunos efectos de contaminación.	61-100
Aceptable	Dudosa. Aguas contaminadas.	36-60
Deficiente	Crítica. Aguas muy contaminadas.	16-35
Malo	Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas.	≤ 15

ASPT: *Average Score per Taxon*. Se obtiene del cociente entre la puntuación del IBMWP y el número de taxones (usados para el cálculo del IBMWP),

Abundancia y Riqueza de cada muestra, siendo la abundancia el número de individuos y la riqueza el número de taxones.

4. RESULTADOS

4.1 Parámetros físico-químicos

Los resultados obtenidos en los análisis realizados en las tres estaciones de muestreo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos de los tres ríos estudiados.

RÍO	T°C (°C)	pH	TDS	OD	TURBIDEZ
Órbigo	10°C	7.8 pH	268 ppm	12.1 mg/L	0 jtu
Tera	10.6°C	7.3 pH	237 ppm	11.8 mg/L	0 jtu
Esla	9.8°C	7.7 pH	212 ppm	11.4 mg/L	0 jtu

4.2 Macroinvertebrados

A continuación se refleja la relación de taxones de macroinvertebrados recogidos en los tres ríos de estudio (Tablas 3, 4 y 5).

Tabla 3. Macroinvertebrados recogidos en el río Órbigo.

TAXONES	Número de muestras recogidas
Trichoptera (Hydropsychidae, Ryacophilidae, Psychomyiidae)	19
Ephemeroptera (Oligoneuridae, Heptageniidae, Baetidae, Ephemeridae)	4
Diptera (Chironomidae)	14
Bivalva (Almeja asiática)	2
Plecoptera (Perlidae)	2
Gastropoda	1
Dytiscidae	1

Tabla 4. Macroinvertebrados recogidos en el río Tera.

TAXONES	Número de muestras recogidas
Oligochaeta	7
Hemiptera (Aphelocheiridae)	1
Ephemeroptera (Baetidae, Heptageniidae, Ephemerellidae, Leptophlebiidae)	14
Trichoptera (Hydropsychidae, Ryachophilidae)	2
Diptera (Dixidae, Chironomidae)	2
Plecoptera (Chloroperlidae)	1

Tabla 5. Macroinvertebrados recogidos en el río Esla.

TAXONES	Número de muestras recogidas
Annelida (Hirudinea)	1
Gasteropoda (Lymnaeidae)	2
Odonata (Calopterygidae)	1
Diptera (Chironomidae)	2
Ephemeroptera (Baetidae)	1

4.3 Índices bióticos

Los resultados de los distintos índices analizados se encuentran en la tabla 6.

Tabla 6. Índices bióticos de los tres ríos estudiados.

RÍO	Valor IBMWP	ASTP'	Abundancia	Riqueza
Órbigo	73	5,61	46	13
Tera	70	6,36	27	11
Esla	20	4	7	5

5. DISCUSIÓN

Tanto los resultados obtenidos en el análisis de los distintos parámetros físico-químicos como nuestro estudio de los parámetros biológicos (macroinvertebrados) nos permiten establecer una serie de comparaciones con nuestras hipótesis iniciales, así como con resultados obtenidos por otros autores.

Al comparar los resultados de IBMWP (Tabla 6) con los valores de la tabla del estado ecológico (Tabla 1), vemos que nuestras hipótesis iniciales se confirman: tanto el Tera como el Órbigo se encuentran en el rango de “Aguas aceptables, con evidentes efectos de la contaminación”, mientras que en el Esla tenemos “Unas aguas deficientes y contaminadas.”

Los resultados obtenidos en el estudio de los parámetros físico-químicos dependen de diversos factores que pueden condicionarlos. La cantidad de precipitaciones acumulada, así como la estación del año y la hora de la recogida de los datos son algunos de ellos. Por ello, los parámetros físico-químicos que obtenemos no son por sí solos significativos a la hora de evaluar la calidad o el estado ecológico del agua de los ríos.

Sin embargo, observamos que a pesar de que en el río Esla la temperatura es inferior a los otros dos, la concentración en oxígeno también es menor que en los ríos Tera y Órbigo. Ésto nos permite deducir que el río Esla tiene mayor contenido de materia orgánica disuelta o en suspensión.

Los parámetros estudiados nos permiten deducir que las aguas del río Tera son las de mejor calidad, tal y como anteriormente formulamos en nuestras hipótesis. Pérez Romero (2014), en su estudio del análisis del estado ecológico del río Órbigo, obtuvo una deficiente calidad de las aguas de dicho río. En nuestro estudio obtenemos una calidad media-moderada de estas aguas, debido a la época del año en la que se han realizado los análisis y a las precipitaciones sucedidas en verano y otoño de 2018 en la zona de Benavente y los Valles.

6. ASPECTOS PRÁCTICOS

Como hemos dicho anteriormente, los ríos que discurren por la comarca de Benavente y los Valles presentan los conocidos problemas ambientales que vienen apareciendo desde el siglo pasado hasta la actualidad: la agricultura intensiva, los vertidos de aguas

sucias y contaminantes, la disminución de la biodiversidad, la erosión con la consecuente pérdida de suelo y la proliferación de especies alóctonas que desplazan a las autóctonas.

Las posibles aplicaciones de este estudio son las siguientes:

- Concienciar del estado de los ríos de la comarca, con respecto a los anteriores problemas medioambientales, para conseguir una mayor sensibilización social ante el reto de la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Mejorar nuestros hábitos y modo de vida en un consumo adecuado de este recurso.
- Difusión de los resultados a través de los medios de comunicación locales. Esta información es de interés para la comarca de Benavente y los Valles.
- Prevenir sobre la proliferación de especies exóticas como la “almeja asiática” (*Corbicula fluminea*) recogida en las muestras de este proyecto. La almeja asiática puede causar alteraciones ambientales significativas y daños económicos notables.
- Fomentar la mejora de las zonas que pertenecen a la Red Natura 2000: LIC Riberas del río Órbigo, Tera, Esla y sus afluentes. La superficie englobada en el LIC la define el cauce del río más una anchura de 25 metros en cada margen a lo largo de los tramos. A pesar de ello, en la salida de campo se ha observado la degradación de los hábitats de ribera por la fuerte influencia humana en estas zonas, principalmente con los cultivos de chopos y maíz.

7. CONCLUSIONES

Tras nuestro estudio de los ríos Tera, Esla y Órbigo, obtenemos una serie de datos definitivos que nos permiten llegar a las conclusiones finales del proyecto:

- Las aguas del río Tera y Órbigo están en buen estado, aunque con cierto grado de contaminación. Por ello, observamos una mayor riqueza y abundancia de macroinvertebrados (lo que indica una mayor biodiversidad de especies). Además, obtenemos una mayor concentración de oxígeno disuelto que indica un estado óptimo respecto al río Esla (más contaminado y con una calidad del agua deficiente).
- Los parámetros físico-químicos analizados en las aguas pueden sufrir variaciones dependiendo de diversos factores: la temperatura, la estación, la hora y otros factores medioambientales que alteran el estado de las aguas. Por eso, y para obtener datos más fiables, debemos realizar una comparación con los parámetros biológicos.
- El ser humano influye notoriamente en la calidad de las aguas de los ríos. Por ejemplo, durante la salida de campo observamos cómo los chopos cultivados invaden la orilla del río Esla (dentro de la zona LIC), perjudicando el estado de las aguas y favoreciendo la erosión del suelo con las crecidas del río.
- Por último, se observan varias especies alóctonas o invasoras en la zona riparia de la comarca de Benavente y los Valles: visón americano, almeja asiática, cangrejo rojo americano, alburno, etc.

8. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Gabriel Pérez Aguado por la ayuda con los parámetros físico-químicos, y al IES los Sauces por todos los medios necesarios para realizar los análisis y a su profesorado por el apoyo recibido. Queremos también expresar nuestro reconocimiento a la Facultad de Biología de la Universidad de León por abrirnos sus puertas e introducirnos un poco más el apasionante mundo de la Biología.

El presente trabajo forma parte del proyecto titulado “Análisis del estado ecológico de los ríos en la comarca de Benavente y los Valles” que ha representado a la provincia de Zamora en la VI Edición de los Premios de Investigación e Innovación Educativa (PI-IECYL2019) convocados por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León recibiendo el premio en la modalidad de centros de Bachillerato (Fig. 2). Agradecemos también al Instituto Universitario de Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca por la organización de los premios.



Fig. 2 El equipo del I.E.S. "Los Sauces" defendiendo el proyecto ante el tribunal.

BIBLIOGRAFÍA

ALBA-TERCEDOR, J.: “*Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*”. *IV Simposio del agua en Andalucía*, vol. II, 1996, pp. 203-213.

AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBERRÍA, P.M., URRUTIA, P. y ZORRAKIN, I.: *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*, Ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria, 1999, p. 831.

APHA-AWWA-WEF, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION: *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21ed., Whashington DC, 2005, Centennial Edition, p. 1368.

ARROYO, P.: *Los humedales artificiales como sistemas para el tratamiento de agua residual industrial y urbana. Caracterización de las comunidades de bacterias presentes en estos ecosistemas*, Tesis Doctoral, Dpto. de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, León, 2010.

DIMAS, M., ESTRELA, T., ORDÍEREZ, P. Y KRINNER, W.: *Las aguas continentales en la Unión Europea*, Centro de publicaciones Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 2004, p. 390.

PÉREZ ROMERO, R.: “*Estudio ecológico del río Órbigo, un proyecto de innovación educativa del Colegio “Virgen de la Vega”*”. *Revista de Educación Compañeros*, nº 12, 2014, pp. 32-50.

RUIZ, J.M.: “*Aspectos económicos relacionados con la calidad de las aguas. Aplicación al caso de España*”, Congreso ibérico sobre gestión y planificación de las aguas. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Zaragoza, 1998, pp. 815-842.

TACHET, H., BOUNARD, M. Y RICHOUX, P.: *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*, Lyon, 1987.