



Estudio limnológico del río Adaja a su paso por Ávila capital

Autor: Sergio Rodríguez Pindado

Institución: Universidad Católica de Ávila (UCAV)

Otros autores: Guillermo Pérez Andueza (Universidad Católica de Ávila); Ana María San José Wery (Universidad Católica de Ávila); Jose Luis Arribas Mediero (Aqualia, S.A.); Esther Luis Rosado (Universidad Católica de Ávila)

Resumen

Este proyecto se ha llevado a cabo, siguiendo las pautas de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), cuyos objetivos fundamentales son la prevención y la reducción de la contaminación, la promoción del uso sostenible del agua, la protección del medio ambiente y la mejora de la situación de los ecosistemas acuáticos. La zona de estudio elegida para este proyecto se ha centrado en los cinco kilómetros del río Adaja que discurren paralelos a Ávila capital, desde el parque de “El Soto” hasta el embalse de Las Cogotas, incluyendo también el embalse de Fuentes Claras.

El objetivo fundamental de este trabajo es determinar el estado ecológico del agua del río Adaja mediante análisis de parámetros físico-químicos y biológicos, además de describir y caracterizar las comunidades de macroinvertebrados y diatomeas presentes en el tramo de estudio, así como, analizar las características del agua para determinar la incidencia de la actividad humana sobre la misma. Para la consecución de los objetivos expuestos anteriormente, se han aplicado los siguientes índices biológicos: el índice IBMWP (Iberian Biomonitoring Working Party) aplicado a macroinvertebrados, además del índice IPS (Índice de Poluo Sensibilidad Específica) y el índice IBD (Índice Biológico de Diatomeas), incluyendo también el análisis de 30 parámetros físico-químico diferentes. Todo ello permite obtener una visión real y completa del estado ecológico del agua estudiada.

De los resultados obtenidos se puede concluir que puesto que el tramo de estudio incluye masas de agua artificiales, como son los embalses, influenciadas por la actividad humana, existe un leve deterioro del estado ecológico del agua del río, debido en gran medida al periodo actual de sequía. Esta sequía provoca una disminución del caudal del río, que lleva asociada un aumento de la concentración de contaminantes, un deterioro del cauce y una degradación de las márgenes que imposibilita la fijación de vegetación.

Este proyecto sienta las bases para futuras investigaciones y estudios que tengan como objetivos prevenir el deterioro, mejorar y restaurar el estado ecológico de las masas de agua superficiales descritas y lograr un mejor estado químico y ecológico en esta zona.

Palabras claves: Directiva Marco; Estado ecológico, Adaja, Macroinvertebrados, Diatomeas

INTRODUCCIÓN

El presente estudio trata de contribuir al conocimiento de la cuenca del río Adaja, uno de los principales cursos fluviales de la provincia de Ávila y que presenta en su recorrido una gran diversidad de ambientes, pasando de ser un río con características de alta montaña en su cabecera del Puerto de Villatoro, posteriormente discurrir por el Valle Amblés en su curso medio, para finalizar su trayecto por la provincia de Ávila en la comarca de La Moraña, antes de entrar en la provincia de Valladolid. El hecho de atravesar dos de las comarcas de mayor importancia agrícola de la provincia, como son las mencionadas, la del Valle Amblés y la de la Moraña, así como la capital de la provincia, que también realiza sus vertidos al río, incide necesariamente sobre la calidad de sus aguas y la calidad paisajística de sus sotos fluviales.

Existen escasos trabajos sobre el río Adaja a su paso por Ávila, a diferencia de otras cuencas de la provincia. Hasta el momento, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León ha realizado los estudios hidrobiológicos de la Cuenca del Río Alberche (GARCÍA DE JALÓN et al., 2001) y del río Tormes (GARCÍA DE JALÓN et al., 1999) en la provincia de Ávila, además del estudio del río Tiétar, pero aún no se ha planteado el estudio del río Adaja.

En la vigilancia y control de la contaminación, en base a organismos como bioindicadores, existen multitud de metodologías que utilizan una amplia variedad de organismos: bacterias, protozoos, algas, macrófitos, macroinvertebrados y peces... (DE PAUW et al., 1992). De todas las metodologías, aquellas basadas en el estudio de macroinvertebrados acuáticos son las mayoritarias. Las razones fundamentales de esta preferencia radica en: su tamaño relativamente grande (visibles a simple vista), que su muestreo no es difícil y que existen técnicas de muestreo muy estandarizadas que no requieren equipos costosos, además, presentan ciclos de desarrollo lo suficientemente largos que les hace permanecer en los cursos de agua el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración, y la diversidad que presentan es tal que hay una gama casi infinita de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación.

Aparte de los análisis anteriormente mencionados, se emplean como indicadores biológicos para caracterizar el estado ecológico de cauces fluviales las diatomeas. En la actualidad decenas de estudios en Europa avalan la eficacia de los índices biológicos basados en diatomeas y en otras algas para el control del estado ecológico del agua, fundamentalmente en medios lóticos.

Por tanto, el presente trabajo no pretende ser un estudio hidrobiológico integral de la cuenca, sino que se ha centrado en el estudio de parámetros físico-químicos (mediante la aplicación del índice ISQA), estudio de comunidades de macroinvertebrados acuáticos (mediante la aplicación del índice IBMWP) y diatomeas (aplicación de los índices IBD e IPS), con el fin de tener una visión concreta del estado ecológico de las aguas del río Adaja a su paso por la capital abulense.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ámbito de trabajo se centra en el tramo del río Adaja comprendido entre “El Soto” y la Presa de Las Cogotas, en el término municipal de Ávila, a su paso por la capital abulense. Nos encontramos en el curso medio del río Adaja.

El trabajo de campo se ha realizado a lo largo de un ciclo hidrológico, comenzando en el mes de mayo del año 2011 y finalizando en septiembre del mismo año.

La zona de interés se dividió en cinco puntos de muestreo o estaciones fácilmente accesibles (Figura 1). El primer punto de muestreo se ha considerado, según las definiciones de la Directiva, como la masa de agua tipo o de referencia (masa de agua cuyas condiciones no han sido alteradas). El resto de puntos situados aguas abajo del primero.

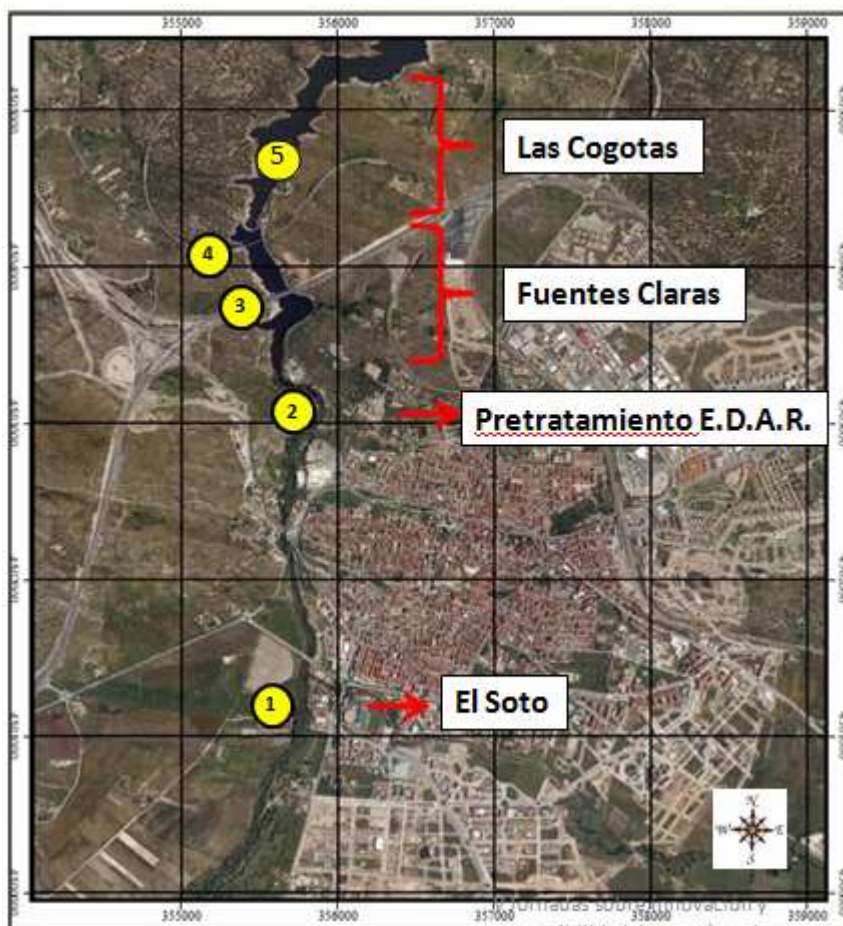


Figura 1. Disposición de las estaciones de muestreo.

Para el estudio de los parámetros físico-químicos se ha realizado un trabajo de campo consiste básicamente en tomar en cada estación o punto de muestreo 2 litros de agua, ya sea del río o del embalse en función del punto en el que nos encontremos, para

posteriormente llevarlo al laboratorio y realizar los análisis correspondientes tal y como se detallará más adelante.

Con la sonda multiparamétrica lo que se ha medido ha sido: temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto. Se arroja el cable de 20 metros dentro del agua a una profundidad de unos 50 centímetros y se espera en torno a 10 minutos a que todos los parámetros se estabilicen. Todo ello se guarda en la memoria de la sonda (posteriormente descargado al ordenador, mediante el programa EcoWatch) y se apunta en el cuaderno de campo, para tener una mayor seguridad de no perder los datos.

A parte de utilizar la sonda multiparamétrica para medir parámetros como la temperatura y el oxígeno, se utiliza tanto un oxímetro como un termómetro, con esto se obtienen 2 mediciones de estos parámetros para tener una mayor fiabilidad.

A parte del trabajo realizado en el campo, también una parte importante del mismo se realizó en el laboratorio; en él se han realizado mediciones de multitud de parámetros como: turbidez, color, pigmentos fotosintéticos, nitrógeno total, nitratos, nitritos, ortofosfato, amonio, metales...

Teniendo en cuenta tanto el trabajo de campo como el trabajo de laboratorio se han estudiado un total de 30 parámetros diferentes, llegando a realizar más de 1000 determinaciones.

Para los parámetros biológicos (macroinvertebrados acuáticos), se realizaron 3 muestreos, independientes de los realizados para otros parámetros, pero suficientemente próximos como para intentar establecer alguna relación entre ellos, de esta manera se puede observar la diversidad presente en un punto, puesto que están repartidos en el tiempo de tal manera que se observen los diferentes estadios por los que pasan los individuos. Se realizaron más de 3400 determinaciones.

El trabajo de campo ha consistido en tomar en cada estación o punto de muestreo 2 botes de 0,5 litros y llenarlos con materiales de distinta granulometría del lecho fluvial (piedras, grava, arenas,...) junto con agua mediante el uso de la manga, removiendo el lecho fluvial. Posteriormente se le añade un chorro de formol a cada bote con la muestra para de esta manera garantizar su conservación y evitar que la materia orgánica se descomponga, para posteriormente llevarlo al laboratorio y realizar la limpieza de la muestra e identificación de individuos por familias.

Una vez identificadas las familias a las que pertenecen cada uno de esos macroinvertebrados, se conforma el índice IBMWP. De esta manera a cada familia de macroinvertebrados se le hace corresponder una puntuación que oscila entre 1 y 10. Se elabora una lista de inventario con las familias presentes. Se busca la puntuación de cada familia, obteniéndose el valor del índice IBMWP para cada una de ellas. La suma total de la puntuación correspondiente a cada campaña conforma el índice. El valor final obtenido se coteja con la tabla siguiente de clasificación, indicando ésta el estado ecológico de las aguas (Figura 2).

Figura 2. Clasificación de los estados ecológico según la DMA.

CLASE	CALIDAD	VALOR	SIGNIFICADO	COLOR
I	"Buena"	> 150	Aguas muy limpias.	Azul
		101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	
II	"Aceptable"	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación.	Verde
III	"Dudosa"	36-60	Aguas contaminadas.	Amarillo
IV	"Crítica"	16-35	Aguas muy contaminadas.	Naranja
V	"Muy crítica"	< 15	Aguas fuertemente contaminadas.	Rojo

Para las diatomeas el trabajo de campo consiste en tomar en cada estación o punto de muestreo una muestra de diatomeas bentónicas descartando siempre las presentes en los sedimentos, ya que las comunidades de diatomeas que se desarrollan sobre este soporte no son muy representativas.

Las muestras de diatomeas se escogen en la mayoría de las ocasiones a partir de piedras grandes situadas en el lecho del río y del embalse. Además, las piedras más adecuadas para este tipo de toma, son las que están situadas donde el agua tiene cierto grado de corriente; se eluden las zonas donde el agua está quieta o hay remansos. Asimismo, es muy importante que el punto de muestreo esté bien iluminado.

Una vez escogidas las piedras, se procede a realizar un raspado de la parte más lisa de la piedra con el cepillo de dientes. Posteriormente, se agita el cepillo dentro del tubo de 25 ml que contiene un poco del agua del punto de muestreo en cuestión.

Para la preparación y recuento de diatomeas se han utilizado el método (APHA-AWWA-WWPF, 10200 C. Técnicas de concentración. 10200 D Preparación. 10200 F Técnicas de recuento del fitoplancton. 10300 B Toma de muestras).

Una vez que las muestras están bien limpias, se hacen las preparaciones para el microscopio. Se coge un portaobjetos y sobre él se le añaden un par de gotas de la muestra, se deja secar para que solamente se quede el residuo seco sobre el portaobjetos. Una vez seco, se le añade una gota de bálsamo de Canadá para que se fije la muestra y se le pone el cubreobjetos encima, con un trozo de papel se presiona para que la fijación se realice correctamente. De cada punto de muestreo se realizan 3 preparaciones.

Una vez realizadas las preparaciones, de cada punto se coge una de las 3 y se pasa a realizar el conteo del inventario florístico en el microscopio con un objetivo de inmersión en aceite de 100X, un filtro verde y con el contraste de fases. Se va apuntando las especies de diatomeas aparecidas hasta llegar a un número aproximado de 400. A cada una de las especies aparecidas se le asigna un código de 4 dígitos con el que se va al programa OMNIDIA, que permite calcular los índices de calidad (IBD e IPS).

Se determinaron más de 5000 ejemplares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atendiendo a los parámetros físico-químicos y en resumen para la estación 1, la temperatura, balance de oxígeno, pH, capacidad de neutralización ácido-base y salinidad no alcanzan valores que se encuentren fuera de la gama establecida para garantizar el funcionamiento del ecosistema. Lo mismo para los nutrientes.

En la estación de muestreo número 2 se aprecian cambios atendiendo a cualquiera de los parámetros utilizados. Estos cambios se debe principalmente a la presencia de la estación de pretratamiento perteneciente a la E.D.A.R. de Ávila lo que condiciona en gran medida el estado ecológico del agua de esta estación de muestreo. También hay que tener en cuenta que esta estación está situada en la cola del embalse de Fuentes Claras y no en un tramo de un curso medio de un río, como para la estación anterior.

Las estaciones de muestreo 3 y 4 se van a considerar conjuntamente, no sólo por haberlo hecho así para el estudio de los macroinvertebrados, sino que a la vista de los resultados obtenidos, se pueden considerar como una masa prácticamente uniforme con un agua con el mismo estado ecológico.

Con respecto a la estación de muestreo 2, se aprecian grandes cambios a favor de la mejora del estado ecológico del agua. Estos cambios se debe principalmente a que estas estaciones ya se encuentran en el propio embalse de Fuentes Claras, que actúa como “limpiador” por la propia capacidad depurante y amortiguadora de la contaminación del embalse, y se ha mejorado bastante la calidad del agua volviendo a estados en los que los efectos de la contaminación son más ligeros o inapreciables.

Las estaciones de muestreo posteriores, están situada en el embalse de las Cogotas, hecho a tener muy en cuenta a la hora de comprender la disminución del estado ecológico del agua, influenciado fundamentalmente por las grandes fluctuaciones de la cantidad de agua presente en el mismo.

En la siguiente figura (Figura 3) se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del índice ISQA.

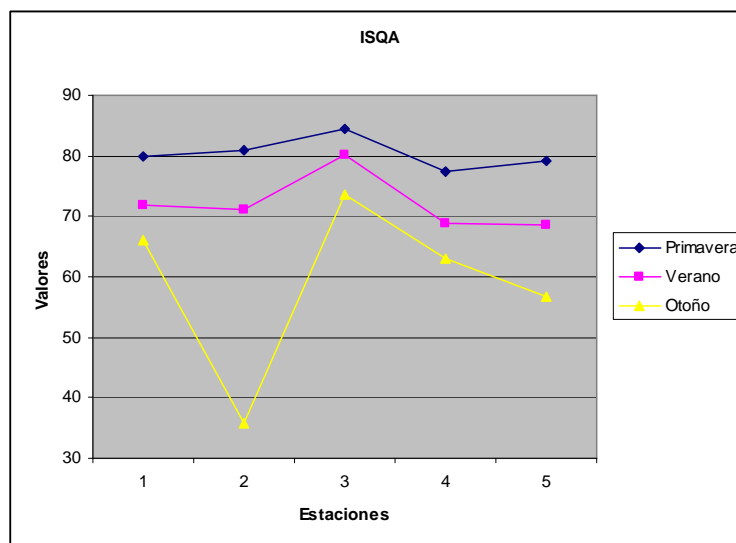


Figura 3. Variación del ISQA con el paso del tiempo.

Para los macroinvertebrados, tras la determinación e identificación de más de 1000 ejemplares y la vista de los resultados obtenidos, se aprecia de forma clara, la influencia de la ciudad de Ávila en el estado ecológico del agua del río Adaja. Antes de que el agua llegue a la ciudad, éste presenta una calidad bastante buena, que no presenta prácticamente contaminación. En el tramo intermedio (estación 3 – Embalse de Fuentes Claras), se aprecia una disminución del estado ecológico del agua en la que ya aparecen leves efectos de la contaminación, y sirve de zona de transición de las aguas de buena calidad a las aguas ligeramente contaminadas (Embalse de las Cogotas).

Como causante de esta pérdida de calidad de las aguas, no hay que considerar sólo a la contaminación, sino que es necesario comprender el medio en estudio, puesto que el estado de conservación del hábitat está muy empobrecido, debido a que son hábitats artificiales muy empobrecidos en diversidad, la vegetación de ribera está muy alterada, la litología del bentos no es la más adecuada para albergar a comunidades de macroinvertebrados. Como consecuencia de esta falta de vegetación y mala litología del bentos, se hace escasa la posibilidad de encontrar refugio por los organismos presentes en el agua. Todo ello se acentúa por estar en un medio que sufre repentinamente y bruscas crecidas y disminuciones de la cantidad del agua.

En la siguiente figura (Figura 4) se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del índice IBMWP.

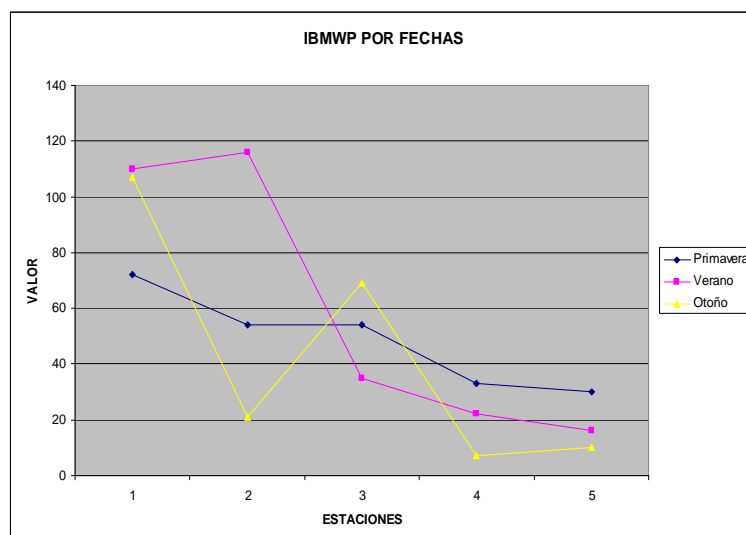


Figura 4. Variación del IBMWP con el paso del tiempo.

Para las diatomeas los resultados, en cuanto a disminución del estado ecológico del agua se refiere, presentan la misma tendencia que en los casos anteriores. Esto es debido principalmente a las enormes fluctuaciones de las masas de agua, que imposibilitan en gran medida la fijación de estos organismos, así como el correcto desarrollo de su ciclo vital.

En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del índice IBD e IPS.

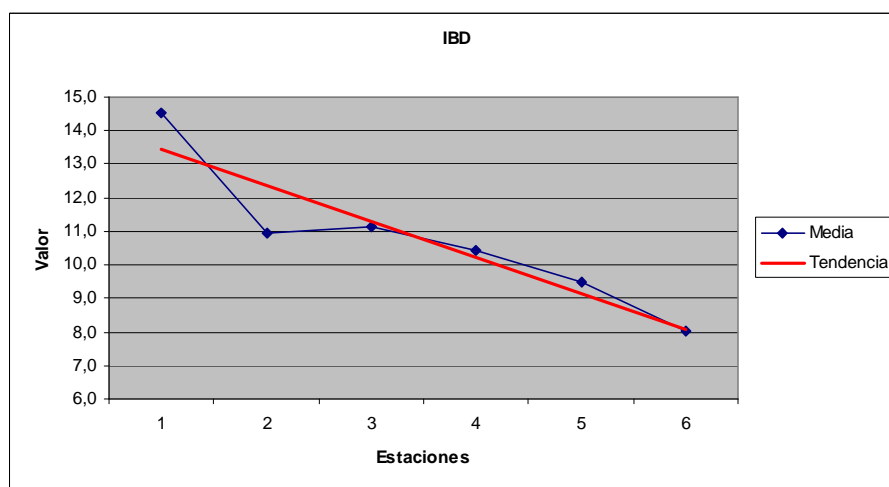


Figura 4. Variación del IBD con el paso del tiempo.

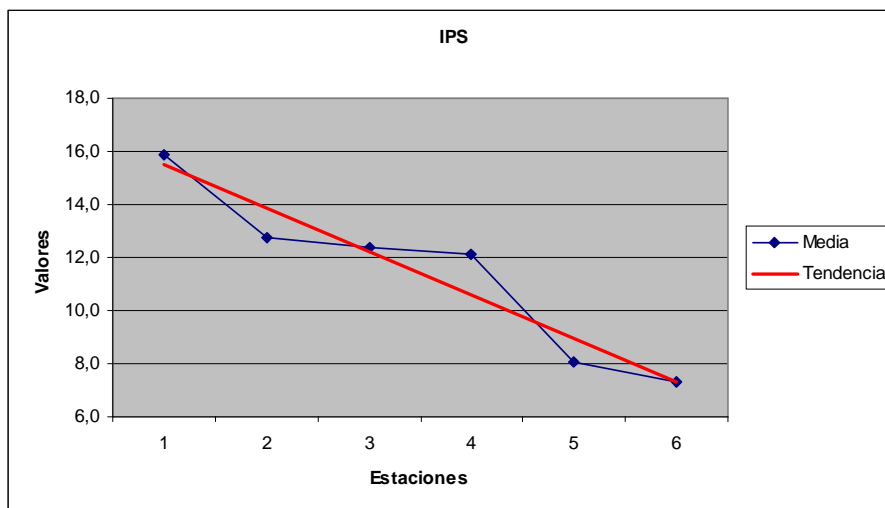


Figura 5. Variación del IPS con el paso del tiempo.

Una vez calculado todos los índices para todas las fechas fijadas, se correlacionaron los resultados obtenidos de todos ellos, se han realizado regresiones lineales de estos índices, comparándolos dos a dos y de esta forma establecer la correlación existente entre ellos.

Figura 6. Resultados de la correlación de índices.

MEDIA	R ²	CORRELACIÓN (%)
ISQA/IBMWP	0,1798	18,0
ISQA/IBD	0,1694	16,9
ISQA/IPS	0,1250	12,5
IBMWP/IBD	0,7779	77,8
IBMWP/IPS	0,6471	64,7
IBD/IPS	0,6487	64,9

A simple vista, se aprecia que el índice físico-químico (ISQA), no está bien relacionado con ninguno de los índices biológicos, por tratarse éste de un índice basado en muestras puntuales, puesto que el nivel de significación no alcanza en ningún momento el 20%. Por otra parte la relación entre los índices biológicos es bastante mejor, por ser estos índices biológicos relativos a medio/largo plazo, puesto que en todos los casos se supera el 60% de significación, alcanzando incluso valores de casi el 80%.

Para los macrorinvertebrados se han obtenido un total de 55 taxones diferentes (a nivel de familia), mientras que para diatomeas, se han obtenido un total de 78 taxones diferentes a nivel de especie, en el total de los muestreos.

Con el trabajo realizado, se ha conseguido dar una visión muy concreta y real de la situación y características del río Adaja, así como la variación espacio-temporal de la calidad, además de cómo la ciudad de Ávila influye sobre la calidad del agua de dicho río. Mediante el uso de los parámetros físico-químicos se obtiene una visión puntual de esta calidad, puesto que sirven para situaciones a corto plazo, con lo que algún tipo de variación o contaminación, hace cambiar los resultados obtenidos. Con el uso de los parámetros biológicos, se obtiene una visión a medio plazo (diatomeas) y largo plazo (macroinvertebrados), por lo que con ellos, obtenemos una visión más amplia en el aspecto temporal. Por ese motivo, mediante la integración y comparación de todos los parámetros se ha conseguido una perfecta caracterización de la calidad de las aguas en estudio.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto se ha llevado a cabo por la colaboración entre la Universidad Católica de Ávila y la empresa AQUALIA S.A. que han permitido disponer de todas sus instalaciones y material necesarios para la realización del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

AGÉNCIA CATALANA DE L'AIGUA. BIORI., Abril 2006. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius. Barcino Solucions Gràfiques.

AGÉNCIA CATALANA DE L'AIGUA. HIDRI., Abril 2006. Protocolo para la evaluación de la calidad hidromorfológica de los ríos. Barcino Solucions Gràfiques.

ALBA-TERCEDOR, J., 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, vol. II: 203-213.

ALBA-TERCEDOR, J. Y SÁNCHEZ ORTEGA, A., 1988., Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell 1978. *Limnética*, 4: 51-56. Asociación Española de Limnología, Madrid.

ALBA-TERCEDOR, J., 2004., Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnética* 21(3-4) (2002).

BLANCO, S. BÉCARES, E. HERNÁNDEZ, N. y ECTOR, L. 2007., Evaluación de la calidad del agua en los ríos de la cuenca del Duero mediante índices diatomológicos. Ingeniería Civil.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO, MARM., 2010. Atlas de macroinvertebrados de la Cuenca del Tajo.

ESTRELLA, T.y M. ESCARTÍN C.,2005 “La demarcación hidrográfica del Júcar: cuenca piloto de la directiva marco europea del agua”.Confederación Hidrográfica del Júcar.

GÓMEZ, PÉREZ, P.J., 2006. PROYECTO FIN DE CARRERA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA. Estudio de la ictiofauna del río Adaja y caracterización de su hábitat (Provincia de Ávila).

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, MARCOS A Y COBO GARDÍN, F., 2006. Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia.

JIMÉNEZ, F. SÁNCHEZ, C. Y DÁVILA, F., 2000. Aspectos climáticos de la ciudad de Ávila. Caja de Ahorros de Ávila, Ávila.

KRAMMER K. Y LANGE-BERTALOT H., 1997. “Sübwasserflora von mitteleuropa: bacillariophyceae”; Editorial: [Gustav fischer verlag](http://www.gustavfischer.de).

LECOINTE, C., COSTE, M. Y PRIGIEL, J., 1993. OMNIDIA software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiología 269/270: 509-513.

MARY ANN H. FRANSON (Directora de Edición), 1992, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, APHA-AWWA_WPCF, Editorial; Diaz de Santos.

MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT DIRECTION DE L'EAU Y CEMAGREF UNITÉ DE RECHERCHE QUALITÉ DES EAUX., 1994. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'indice biologique diatomées; París; Editorial: AFNOR, NF T 90-354.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE., 2008. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO., 2010. Confederación Hidrográfica del Duero, Guía de las diatomeas de la cuenca del Duero. Valladolid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO., 2010. Confederación Hidrográfica del Tajo, Atlas de macroinvertebrados de la cuenca del Tajo. Madrid.

MORENO, C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

OROZCO, C., PÉREZ, A., GONZÁLEZ, M^a. N., RODRÍGUEZ, F^{co}. J., ALFAYATE, J. M., 2003. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Editorial: Thomson.

OSCOZ, J., GALICIA, D., MIRANDA, R., 2011. CLAVE DICOTÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL EBRO. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Ebro.

OSCOZ, J., GALICIA, D., MIRANDA, R., 2011. IDENTIFICATION GUIDE OF FRESHWATER MACROINVERTEBRATES OF SPAIN. Editorial: Springer.

OSCOZ, J., Dirección: DURÁN, C., PARDOS, M., 2009. GUIA DE CAMPO. MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL EBRO. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

OSCOZ, J. GOMÁ, J. LUC, E. CAMBRA, J. PARDOS, M. y DURÁN, C., 2007. "Estudio comparativo del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Ebro mediante macroinvertebrados y diatomeas"; Asociación Española de Limnología.

PÉREZ ANDUEZA, G., 2010. Gestión y conservación de los recursos naturales. UCAV.

RUZA RODRÍGUEZ, J. y DE LA FUENTE ÁLVARO, M.J., 2006. "Los indicadores biológicos en la nueva política de aguas".Ministerio de Medioambiente. Dirección General del Agua.

STREBLE HEINZ Y KRAUTER DIETER., 1987. "Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua"; Barcelona; Editorial: Omega.

TACHET, H., RICHOUX, P., BOURNAUD, M., USSEGLIO-POLATERA, P., 2003. Invertébrés d'eau douce. Systematique, biologie, écologie. CNRS Editions, París.

UNIVERSIDAD DE NAVARRA., Octubre 2009. Facultad de Ciencias, Departamento de Zoología y Ecología. Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación. Informe final.