



## **Estudio limnológico de los humedales de la cuenca del Duero al norte de la provincia de Ávila: aplicación de índices de calidad de las aguas**

**Autor:** Esther Luis Rosado

**Institución:** Universidad Católica de Ávila (UCAV)

**Otros autores:** Sergio Rodríguez Pindado (UCAV); Ana San José Wèry (UCAV);  
José Luis Arribas Mediero (Aqualia S. A.); Pedro Manuel Díaz Fernández (UCAV)

## Resumen

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio limnológico de humedales permanentes y estacionales pertenecientes a la cuenca del Duero, al norte de la provincia de Ávila, con el objeto de realizar una aproximación al conocimiento del estado ecológico que éstos presentan. Para ello se ha llevado a cabo un estudio de bioindicación mediante el uso de comunidades de microalgas bentónicas y una caracterización de dichos ecosistemas en base a la composición fisicoquímica de sus aguas.

Para ello se ha llevado a cabo un análisis de algunos parámetros indicadores de calidad de las aguas, como fisicoquímicos y biológicos. Se ha analizado la variación estacional de los principales parámetros físicos y químicos de las aguas, tomando diferentes muestras con una periodicidad bimensual. Así mismo se ha estudiado la población de diatomeas bentónicas y pigmentos fotosintetizadores como clorofilas y carotenos.

Finalmente se ha establecido una tipología de los diferentes sistemas leníticos en base a dichas características y se han aplicado índices de calidad de las aguas como el índice simplificado de calidad de agua (ISQA), índice biológico de diatomeas (IBD) y el índice de poluosensibilidad específica (IPS).

**Palabras claves:** estudio limnológico; humedales; agua; Duero, Ávila; diatomeas; parámetros fisicoquímicos; lagunas

## Introducción

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más importantes amenazados del planeta. Su importancia ecológica radica en las funciones que desempeñan como sistemas naturales, ya que además de proporcionar hábitat para una rica diversidad de flora y fauna, realizan funciones de retención de sedimentos, recarga y descarga de acuíferos, producción de materia orgánica y transformación de nutrientes, entre otros. Sin embargo, los ecosistemas húmedos son muy sensibles y vulnerables, figurando entre los más gravemente amenazados del planeta. Esta particularidad y fragilidad ha motivado, en general, su protección y conservación a través de diferentes normativas y convenios.

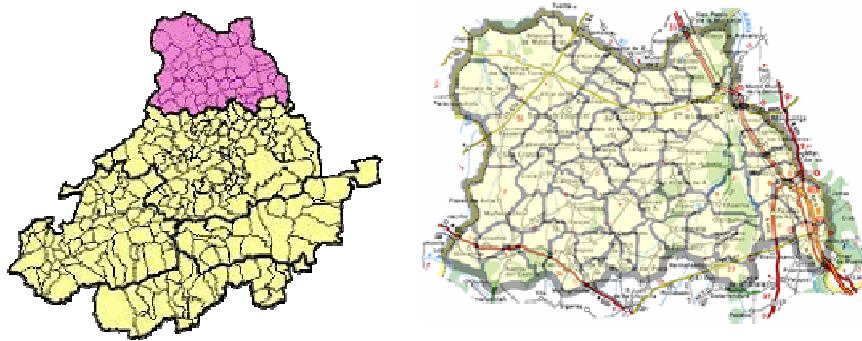
En este sentido, la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) nace como un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, estableciendo unos objetivos de protección de los recursos hídricos centrados en aspectos físicoquímicos, hidromorfológicos y biológicos, considerando el ecosistema en su conjunto. Así, en el año 2016 los países miembros comunitarios tienen que haber conseguido el buen estado ecológico de sus masas de agua (Directiva Marco del Agua, 2000; Ortiz Casas, 2002; Bonada, 2003). Para controlar la calidad de las aguas se han desarrollado los índices de calidad y polución basados inicialmente en los parámetros físicoquímicos, posteriormente complementados con diversos índices biológicos.

Alguno de estos índices muy conocidos es el desarrollado por R. Queralt (1979) en España, autor del Índice Simplificado de Calidad de las Aguas (ISQA) en el que, con escasos medios analíticos (5 parámetros físicoquímicos) se clasifica el agua y se relaciona directamente el resultado con 6 usos específicos de la misma, entre los cuales se destaca el abastecimiento para consumo humano.

En España, los impactos antrópicos contra los humedales han sido diversos a lo largo de las últimas décadas, como las políticas de desecaciones masivas, la roturación para la expansión de los cultivos o la utilización de estas zonas como vertederos. Pero posiblemente el mayor problema para la conservación de estos peculiares ecosistemas sea la drástica disminución de los niveles freáticos, debido al incremento en el consumo de aguas subterráneas, que provoca que muchos de los humedales permanezcan secos durante la mayor parte del año. Es en este contexto donde los humedales de la meseta castellana y leonesa adquieren un interés especial, no sólo desde el punto de vista ecológico, sino también desde el económico y social. El sur de la Cuenca del Duero alberga un elevado número de humedales que conforman un mosaico de situaciones diferentes en cuanto a su funcionamiento. En el caso de los ecosistemas palustres y lacustres, los humedales que se encuentran en el norte de la provincia de Ávila han sido los menos estudiados (salvo por Martínez, 1990) de toda la comunidad autónoma de Castilla y León, situación muy distinta a los humedales de las provincias aledañas de Segovia, Valladolid y Palencia (Aldasoro et al., 1984; Alonso & Comelles, 1987; Blanco, 1985; Cirujano et al., 1992; Cirujano & Medina, 2002; Fernández Alonso, 1985; Ladero, 1984; Margalef, 1981; Navarro, 1987; Pizarro, 1988; Romero & Rico, 1989; JCyL, 1992).

Por todo ello este trabajo de investigación se centra en el estudio de un conjunto de humedales, la mayoría de ellos de origen estepario y asociados a la cuenca del Duero, en una zona de topografía especialmente llana que abarca la práctica totalidad del norte de la provincia de Ávila. De las decenas de ecosistemas húmedos muestreados en el campo se han seleccionado 24 entre lagunas, charcas o lavajos, que se forman en los

interfluvios o en algunos casos en las cercanías de los cauces fluviales. Finalmente se ha podido trabajar con un total de 21 en la realización del análisis y caracterización de sus aguas, condicionados por la temporalidad de su régimen. Tras el estudio de los parámetros físico-químicos y pigmentos fotosintéticos a lo largo de las dos estaciones cálidas en el presente año, se ha calculado el índice simplificado de calidad de las aguas (ISQA), desarrollándose en la actualidad el estudio de los índices biológicos que puedan complementar los resultados del anteriormente citado.



**Figura 1.** Mapa de la provincia de Ávila con la zona de estudio destacada. Fuente: <http://www.asodema.com/asodemamapadelamora%F1a.htm>

## Material y métodos

Para el análisis de las características físico-químicas y de los contaminantes de las aguas, se tomaron tres muestras de agua de cada punto, en botellas de polipropileno de 0.25 l. Una de estas muestras se acidificó in situ para la estabilización de los cationes hasta su análisis en el laboratorio, las otras muestras se emplearán para el análisis de aniones y cationes, demanda química de oxígeno, fósforo total y nitrógeno total; así como pigmentos fotosintéticos y sólidos en suspensión. Todas las muestras se mantuvieron refrigeradas a 4°C hasta su análisis. Por otra parte se midieron in situ los parámetros de conductividad eléctrica (CE), pH, potencial redox (Eh), T y concentración de oxígeno.

La técnica analítica para el NT, PT, COT y la DQO ha sido espectroscopia. Los cationes mayoritarios mediante ICP-OES, con un límite de detección de 0,3 mg/L y los cationes minoritarios mediante ICP-MS con un límite de detección de 0,01 g/L. Los aniones mediante ICS-1500, con un límite de detección de 0,3 mg/L y los carbonatos e hidrogenocarbonatos se determinaron mediante valoración ácido base con HCl.

Para la determinación del pigmento fotosintético se ha utilizado el método espectrofotométrico, utilizándose para el cálculo de la clorofila a y feofitina el método APHA-AWWA-WWPF, 10200 H clorofila, en las clorofilas b y c se utilizó el método espectrofotométrico aplicando las formulas propuestas por SCOR-Unesco-Working group 17.

Para la determinación de los sólidos totales en suspensión a 103-105° C se ha utilizado el método APHA-AWWA-WWPF, 2540 D.

## Resultados y discusión:

En las Tablas 1 y 2 se indican los valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación de los principales parámetros físicoquímicos y especies químicas estudiadas, como son: pH, fósforo total, DQO, sólidos en suspensión, cloruros y nitratos para las estaciones de primavera y verano. Así mismo en los gráficos (Figura 1 y 2) se puede observar la evolución en la variabilidad de las muestras.

Tabla 1. Valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación (C. V.) de los principales parámetros físico-químicos medidos en primavera de 2012.

	Ph	FÓSFORO TOTAL	BICARBONATOS	NITRATOS	CLORUROS	DQO	SST
PROMEDIO	8,42	4,73	322,42	8,19	678,25	124,08	698,57
DESV. ESTÁNDAR	0,91	2,96	293,44	9,55	1798,43	47,29	1708,71
C.V	1,08	62,55	91,01	116,56	265,15	38,11	244,6

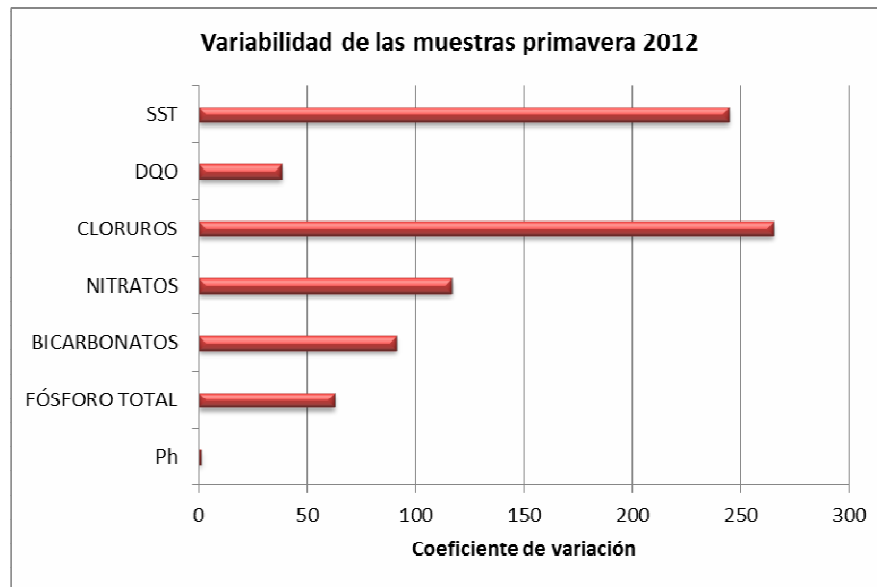


Figura 1. Coeficiente de variación y variabilidad de las muestras en primavera de 2012.

Tabla 2. Valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación (C. V.) de los principales parámetros físico-químicos medidos en verano de 2012.

	Ph	FÓSFORO TOTAL	BICARBONATOS	NITRATOS	CLORUROS	DQO	SST
PROMEDIO	8,48	3,57	690,7	8,04	2503,27	118,8	186,15
DESV. ESTÁNDAR	0,67	2,29	1271,78	4,94	6408,34	46,56	150,75
C.V	7,9	64,19	184,12	61,4	255,99	39,19	80,98

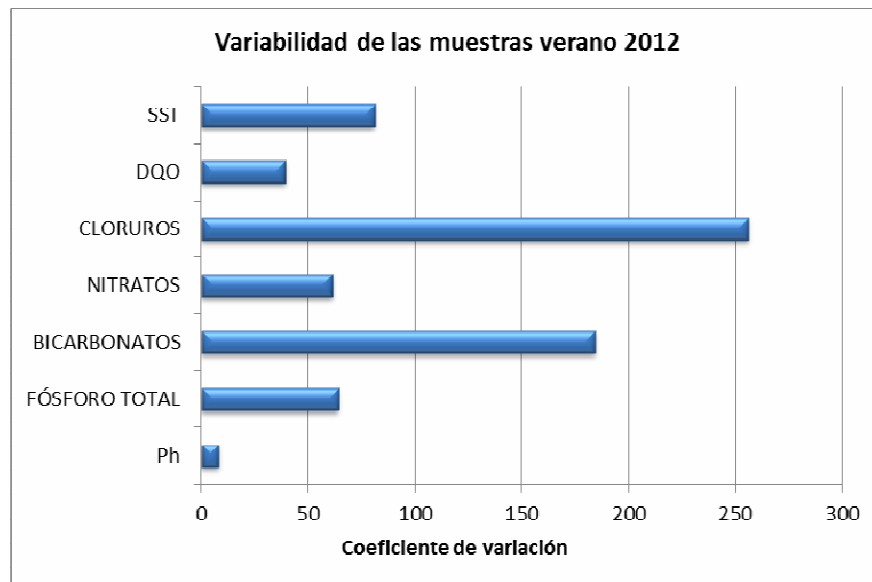


Figura 2. Coeficiente de variación y variabilidad de las muestras en verano de 2012.

Como se puede apreciar en las Tablas 1 y 2, una característica común a casi todos los datos es la gran variabilidad entre las distintas medidas. En las figuras 1 y 2 se representan los coeficientes de variación  $CV = \frac{s_x}{\bar{x}} \times 100$  y se puede observar lo afirmado anteriormente. Los cloruros y bicarbonatos son las especies que presentan mayor variabilidad en la muestra, sobresaliendo el pH con un C. V. claramente inferior.

En las figuras 3 a 14 se muestran las concentraciones de los principales parámetros físico-químicos y pigmentos fotosintéticos obtenidos para las muestras estudiadas. Se representan en los gráficos los resultados obtenidos para cada una de las estaciones en el mismo año, donde aparecen numeradas las 24 lagunas incluidas aquéllas en las que no se pudo tomar muestra por estar seca o semiseca.

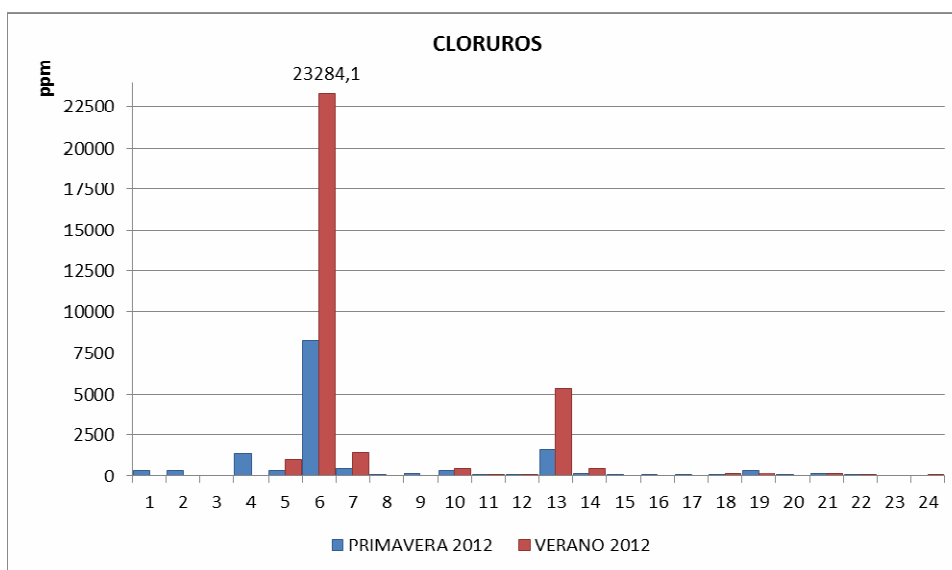


Figura 3. Concentración de cloruros en ppm medida en primavera y verano de 2012.

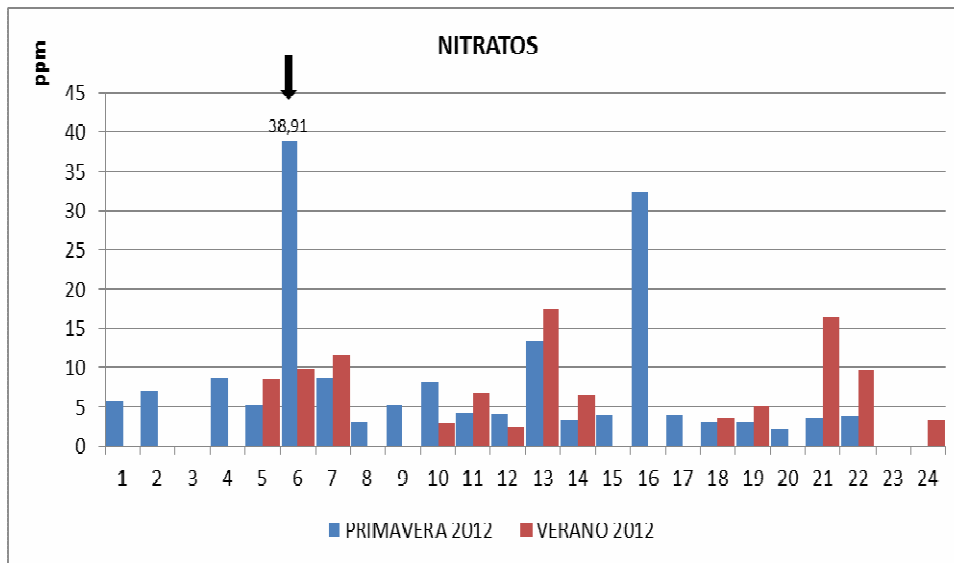


Figura 4. Concentración de nitratos en ppm medida en primavera y verano de 2012.

Se observa como la laguna número 6 y 10 son las únicas que muestran niveles de nitratos superiores en primavera, destacando claramente la n°6 con el dato más elevado.

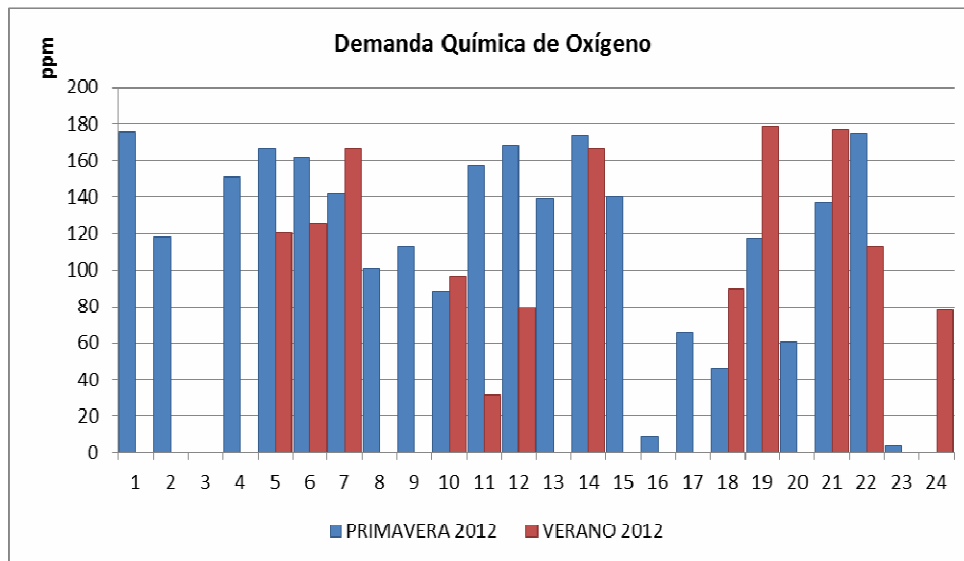


Figura 5. Concentración de DQO en ppm medida en primavera y verano de 2012.



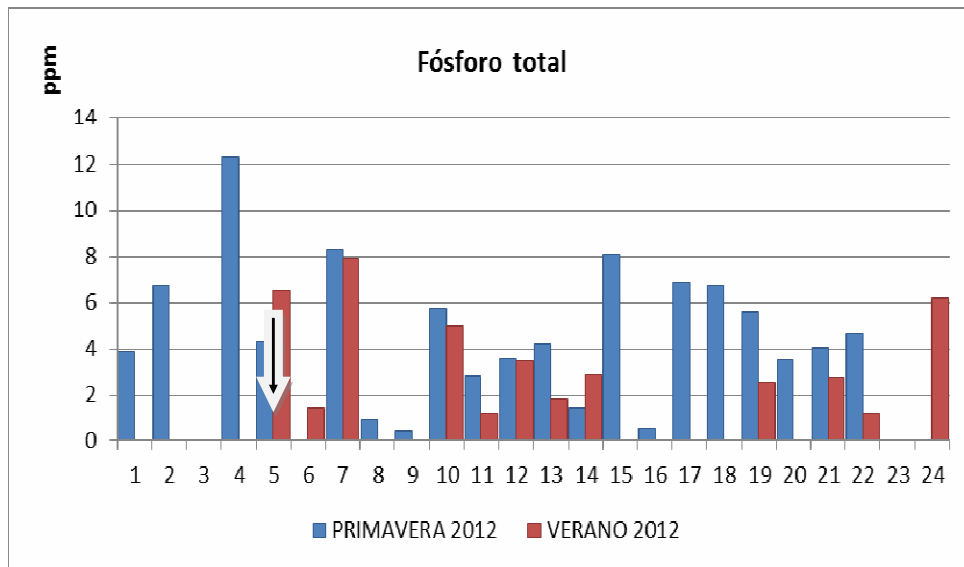


Figura 6. Concentración de PT en ppm medida en primavera y verano de 2012.

La flecha en el gráfico indica la laguna en la que la concentración medida de PT estuvo por debajo del límite de detección.

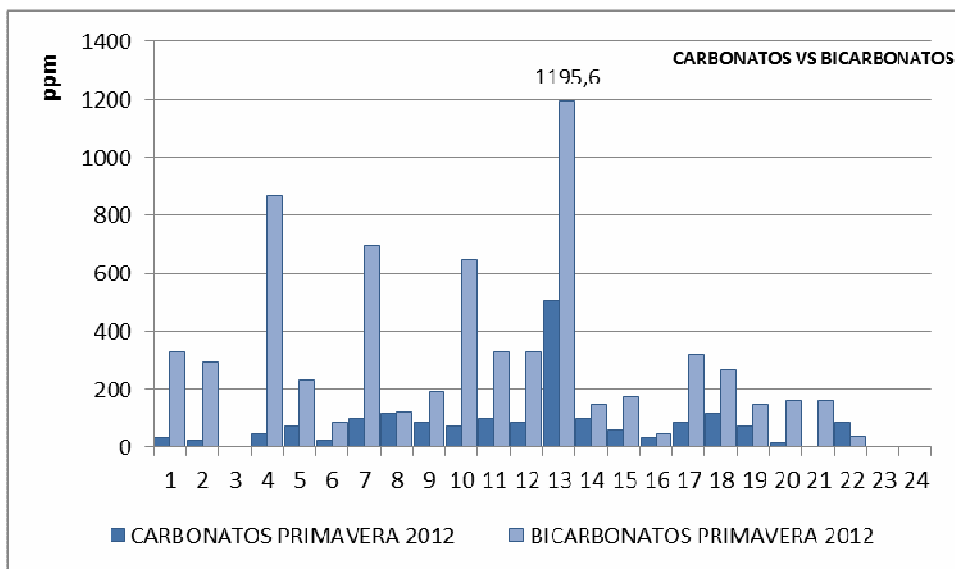


Figura 7. Concentración de carbonatos y bicarbonatos en ppm medida en primavera 2012.

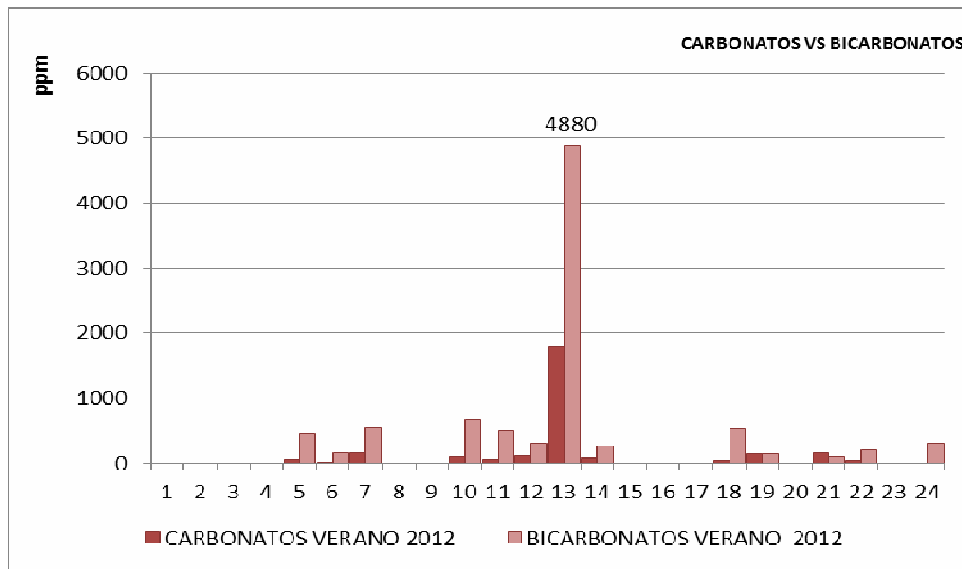


Figura 8. Concentración de carbonatos y bicarbonatos en ppm medida en verano de 2012.

En las figuras 9,10, 11 y 12 se muestra la concentración de los cationes mayoritarios de modo tal que es posible comparar entre las diferentes lagunas estudiadas para una misma estación hidrológica.

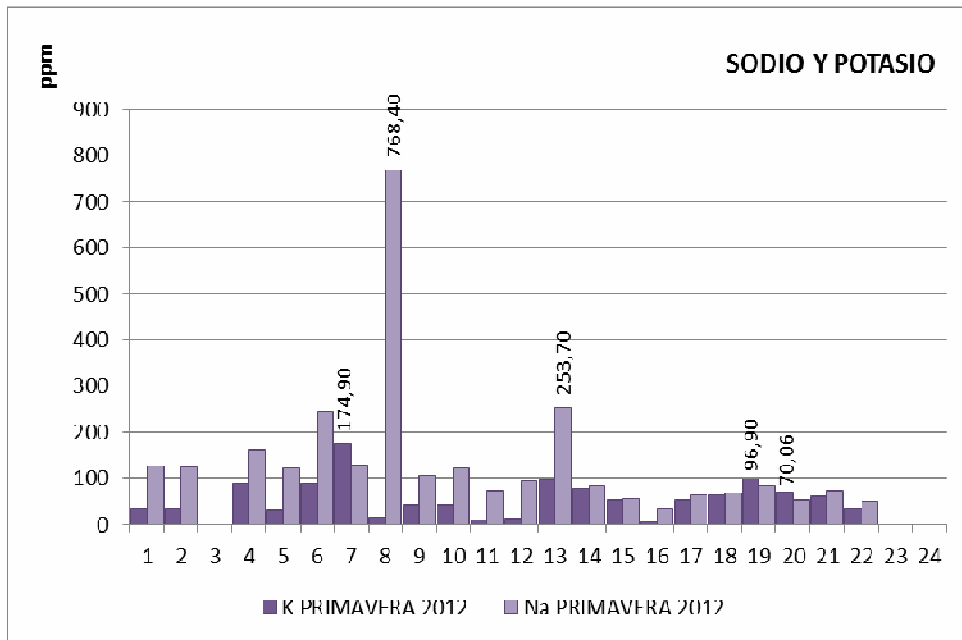


Figura 9. Concentración de Na y K en ppm medida en primavera de 2012.

Se observa cómo la concentración de Na es mayor que la de K en casi todas las lagunas, destacando la nº 8 con una concentración notablemente más elevada que la del resto.

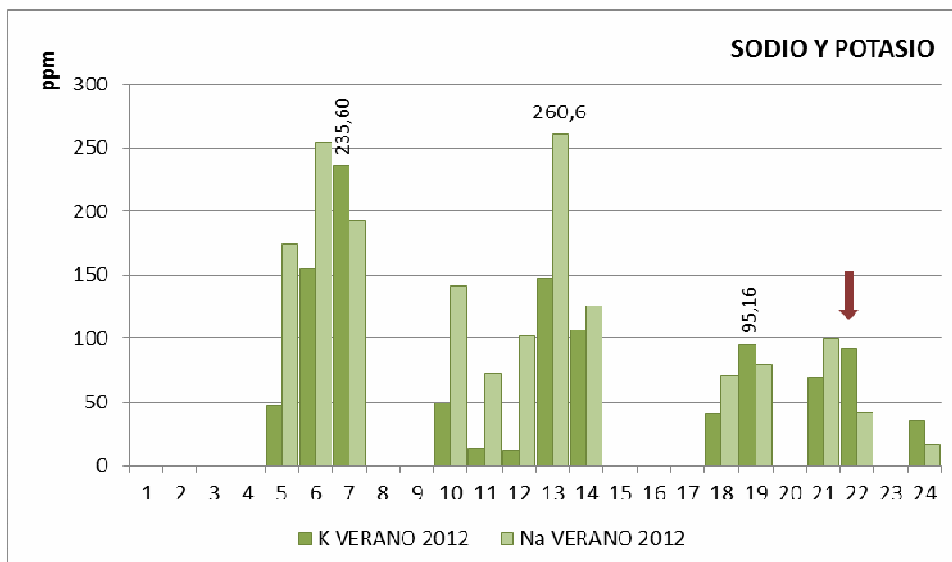


Figura 10. Concentración de Na y K en ppm medida en verano de 2012.

La flecha indica la laguna en la que la concentración del catión cambia de una estación a otra, siendo en primavera superior el Na y en verano el K.

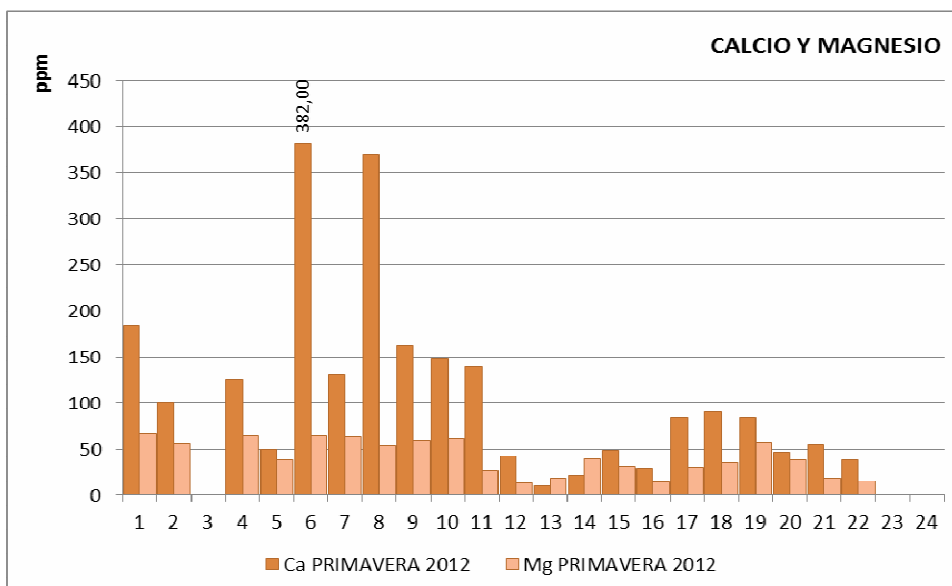


Figura 11. Concentración de Ca y Mg en ppm medida en primavera de 2012.

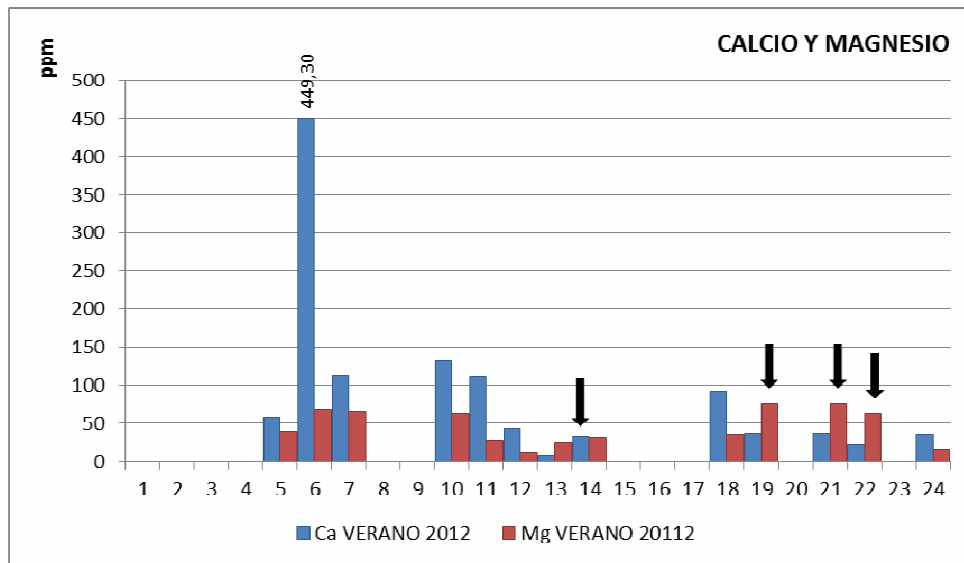


Figura 12. Concentración de Ca y Mg en ppm medida en verano de 2012.

Las flechas indican las lagunas en las que la concentración del catión cambia de una estación a otra.

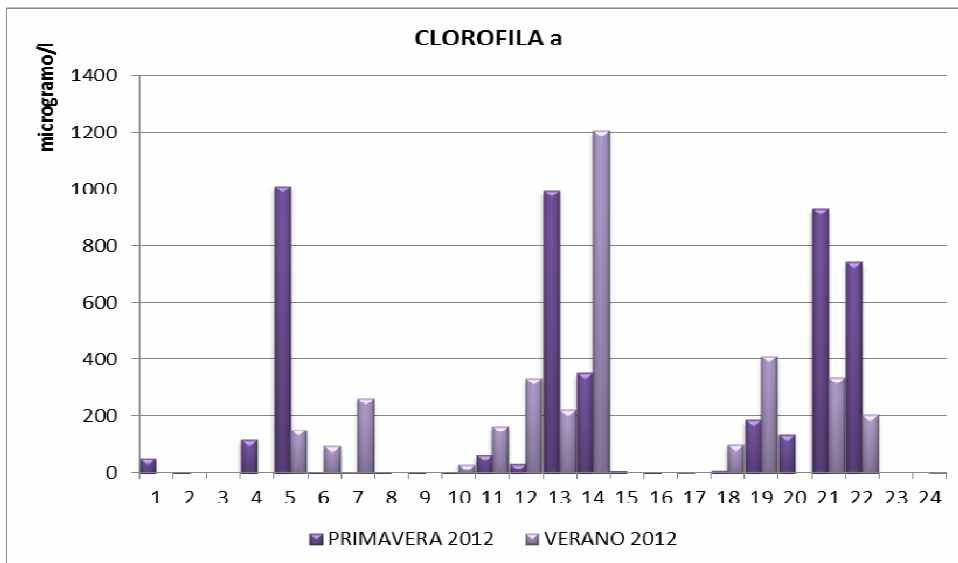


Figura 13. Concentración de clorofila a en microgramo por litro medida en primavera y verano de 2012.

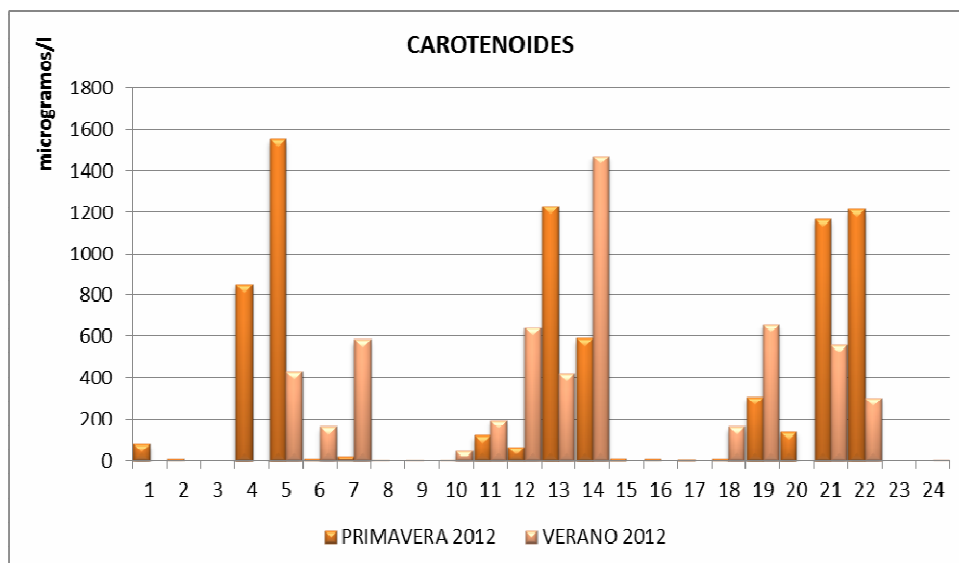


Figura 14. Concentración de carotenoides en microgramo por litro medida en primavera y verano de 2012.

Se observa cómo la concentración en ambos pigmentos fotosintéticos es algo más elevada en verano que en primavera.

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras los cálculos del Índice simplificado de calidad del agua (ISQA) para cada una de las lagunas seleccionadas. Se han tenido en cuenta para los mismos las lagunas que han presentado una lámina de agua de suficiente espesor a lo largo de las dos estaciones de muestreo, así como las que han permitido la medición del nivel de oxígeno disuelto en sus aguas. Como los resultados obtenidos tanto en primavera como en verano han sido prácticamente constantes, se optó por trabajar con los valores medios de los parámetros medidos para las muestras en ambas estaciones, de manera que se ha determinado un sólo ISQA para el período primavera-verano de 2012 (Tabla 3).

Tabla 3. Valores medios de los parámetros implicados en el cálculo del ISQA para el período primavera-verano de 2012 (valores están expresados en mg/l excepto la CE que indica  $\mu\text{S/cm}$  y la T en  $^{\circ}\text{C}$ ).

Valor promedio					
T	DQO	DO	CE	SST	Lagunas
13,38	94,45	5,27	621	308,5	Laguna 11
13,65	123,55	3,03	669,5	174	Laguna 12
16,52	69,5	6,18	7860	198,5	Laguna 13
17,24	170,5	10,44	1337	197	Laguna 14
22,55	67,75	5,21	987,5	52,95	Laguna 18
17,4	148	9,61	1185	83,5	Laguna 19
15,35	157	9,04	971	123,5	Laguna 21
17,7	144	11,44	416,5	132,5	Laguna 22

Se ha procedido a calcular el índice, va a oscilar entre 0 (calidad mínima) y 100 (calidad máxima), a partir de la expresión:  $IQSA = T * (A + B + C + D)$  donde:

- E: temperatura del agua (T en °C). Puede tomar valores comprendidos entre 0,8 y 1
- A: demanda química orgánica según oxidabilidad). Puede tomar valores comprendidos entre 0 y 30
- B: sólidos en suspensión totales (SST en mg/l). Puede tomar valores comprendidos entre 0 y 25
- C: oxígeno disuelto (O<sub>2</sub> en mg/l)
- D: conductividad (CE en µS/cm (calculada a 25°C)

Así, los resultados obtenidos para cada laguna y su relación con la calidad de las aguas según el ISQA, quedan reflejados en la figura 15. Para todas las lagunas seleccionadas para este cálculo, se ha obtenido el mismo grado de calidad del agua *pésima*.

Tabla 4. Relación de lagunas con su correspondiente ISQA y grado de calidad del agua estimado.

Lagunas	Laguna 11	Laguna 12	Laguna 13	Laguna 14	Laguna 18	Laguna 19	Laguna 121	Laguna 22
<b>ISQA</b>	24	23	18	34	37	43	39	46
<b>Calidad</b>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>	<i>Pésima</i>

Esta estimación se deriva de la correlación entre un número de 0 a 100 calculado según la expresión anterior, y un grado de calidad que otorga dicho índice:

<b>ISQA</b>	<b>Calidad del agua</b>
100	Excelente
85 - 100	Muy buena
75 - 85	Buena
65 - 75	Utilizable
50 - 65	Mala (limitaciones en su uso)
< 50	Pésima (graves limitaciones en su uso)

De todos los datos expuestos hasta ahora se pueden deducir de manera general que las aguas de las lagunas estudiadas han sufrido algún tipo de contaminación antrópica. Según el ISQA la calidad de las aguas de la mayor parte de estos ecosistemas es *pésima*, obteniéndose en su cálculo unos valores extremadamente bajos. Entre ellas destaca la n° 13 con un valor 18 muy alejado del 50 que marca la clasificación, probablemente motivado por la elevada conductividad eléctrica medida en sus aguas (7.86 mS). Este dato en la CE indica una elevada cantidad de sales disueltas y una

importante contaminación. Otra laguna que tiene una CE elevadísima es la nº 6 con 23.4 mS/cm en verano, hecho que coincide con la altísima concentración de cloruros medidos para la misma estación, con 23284.1 ppm, lo que corrobora la gran salinidad que presentan las aguas de esta laguna. Otro parámetro medido que se dispara de la media es el calcio, con un valor de 449.3 ppm en verano, así como el sodio con 253.6 ppm. Sin embargo los niveles de fósforo y clorofila a resultaron estar entre los más bajos del conjunto de lagunas.

Otro de los parámetros que justifica el ISQA obtenido en las lagunas es la demanda química de oxígeno (DQO), cuyos valores también han resultado ser muy elevados, obteniéndose como media para las dos estaciones 118.8 ppm de concentración, muy por encima de 20 ppm, lo que señala claramente contaminación en las aguas.

El fósforo disponible para los microorganismos se encuentra también en concentraciones elevadas lo que favorece un desarrollo excesivo de algas planctónicas. Así pues los niveles de concentración de clorofila a en general son altos, destacando la laguna nº 14 con más de 1.2 g/l en la estación de verano. Se midió en esta laguna un porcentaje de saturación del 90% y una concentración de oxígeno cercana a 8 ppm, lo que explicaría la elevada presencia de clorofila a. Los niveles de fósforo también han resultado altos, aunque se mantienen por debajo de la media. Los niveles de pigmentos fotosintéticos en las lagunas estudiadas son característicos de aguas remansadas de temperaturas relativamente altas.

Las lagunas en general tienen un carácter bicarbonatado con niveles de pH elevados, destacando la nº 13 con un despunte en la concentración de los mismos y un pH superior a 9. Así mismo podría afirmarse a grandes rasgos que las aguas son de tipo básico y sódico-cálcicas a tenor de los valores obtenidos en las muestras, aunque algunas, en este aspecto, presentan un carácter estacional, virando de una estación a otra los niveles de dureza y alcalinidad.

En cuanto a metales pesados no se han encontrado, por el momento, aguas con niveles de concentración de los mismos reseñables.

Tras concluir este estudio se puede afirmar que las lagunas seleccionadas para el mismo están sufriendo algún tipo de contaminación de origen antrópico, lo que indica un estado ecológico cuanto menos dañado, y según el Índice simplificado de calidad del agua (ISQA) una *pésima* calidad de sus aguas. No obstante este índice debe ser completado con otros para obtener una visión realista de la situación, por este motivo en la actualidad se están desarrollando en el marco de este proyecto de investigación otros índices de tipo biológico, como el índice biológico de diatomeas (IBD) y el índice de poluosensibilidad específica (IPS), y cuyos resultados aún no han concluido.

También se puede afirmar que no existen diferencias notables entre los niveles de concentración de los diferentes parámetros físico-químicos entre las estaciones de primavera y verano para el año de estudio, a excepción de algunos aniones, influidos probablemente por el descenso de la lámina de agua, y de una cuarta parte de las muestras que sí presenta diferencias entre ambos períodos para las concentraciones de pigmentos fotosintéticos.

## Agradecimientos

Este trabajo se basa en un proyecto de investigación concedido y financiado por la Universidad Católica de Ávila para el estudio diatomeas bentónicas y parámetros físico-químicos de las lagunas del norte de la provincia de Ávila.

## Bibliografía

AENOR, 2005. Norma española UNE-EN 14407: 2005 Calidad del agua. Guía para la identificación, recuento e interpretación de muestras de diatomeas bentónicas de ríos. AENOR, Madrid, 16 pp.

Agència Catalana de l'Aigua (2003). Desenvolupament d'un índex integral de qualitat ecològica i regionalització ambiental dels sistemes lacustres de Catalunya. Centre d'estudis Avançats de Banes (CSIC). 88 pàgs.

Alonso, M & Comelles, M. 1987. Catálogo limnológico de las zonas húmedas esteparias de la cuenca del Duero. Universidad de Barcelona. 1- 452.

Álvarez-Blanco, I. 2008a. Análisis de calidad de las aguas de los ríos de la cuenca hidrográfica del Duero utilizando índices diatomológicos. Tesis de licenciatura. Universidad de León, León, 146 pp.

Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005. Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para fitobentos (microalgas bentónicas). Ministerio de Medio Ambiente – Confederación Hidrográfica del Ebro - URS, Zaragoza, 33 pp.

Díaz Fernández, PM; Luis Rosado, E; San José Wéry, AM; Arraiza Bermudez- Cañete, MP; Martín García, LP; Carrera González, F.; Más Alique, P & Mongil Manso, J. "Caracterización y estudio de los contaminantes y parámetros físicoquímicos de las aguas de los humedales de La Moraña (Ávila)". VI Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental VI CONEIA, Albacete, 6, 7 y 8 de abril de 2011.



García de Jalón, D. y González del Tánago, M., 1986. Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la Cuenca del Duero. ICONA Monogr., 45: 1-244.

Granados, I.; Toro, M. y Rubio-Romero, A. 2006. Laguna Grande de Peñalara. 10 años de seguimiento limnológico. Comunidad de Madrid.

JCyL; 1992. Curso de humedales de la cuenca del Duero. Hábitats de descarga de aguas subterráneas en el acuífero de los arenales. Actuaciones para su protección. Junta de Castilla y León. Valladolid.

Margalef, R. 1983. Limnología. Barcelona. Ed. Omega.

Martín García-Sancho, LJ & Sierra González, G. 1999. Guía de la aves de La Moraña y Tierra de Arévalo. ASODEMA. Ávila.

Martín Jiménez, MI. 1990. El paisaje cerealista y pinariego de la tierra llana de Ávila: el interfluvio Adaja-Arevalillo. Institución Gran Duque de Alba. Diputación Provincial de Ávila.

Martínez, V. 1990. Ecosistemas acuáticos de La provincia de Ávila. Cuadernos abulenses, 14: 23-122.

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.

Orozco, C., Pérez, A., González, M<sup>a</sup>. N., Rodríguez, Fco. J., Alfayate, J. M., 2003. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Editorial: Thomson.

Ortiz Casas, J. L. 2002. La directiva marco del agua (2000/60/CE): aspectos relevantes para el proyecto GUADALMED. Limnetica 21: 5-12.

Parlamento Europeo de la Unión Europea (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. Off. J. Eur.Comm. 327: 1-72.

Prat, N., Munne, A., Rieradevall M., y Bonada M. 2000a. La determinación del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos en España. In: La aplicación de la Directiva Marco del Agua en España: Retos y Oportunidades. A. Fabra & A. Barreira (eds). 47-82. Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente.

Ramos Miras, JJ.; Herráez Garrido, F.; Díaz Fernández, P.M.; San José Wery, A. 2008. Niveles de nitratos en las aguas de la provincia de Ávila, España. 9 Congreso Nacional De Medio Ambiente. Madrid 1 al 5 de diciembre de 2008

---

Rico, JC. 2010. Proyecto para la protección y desarrollo de los hábitats naturales de El Oso. 10 Congreso Nacional de Medio Ambiente. Comunicación técnica.

Rodríguez Pindado, S. 2012. Proyecto Fin de Carrera Universidad Católica de Ávila. Estudio limnológico del río Adaja a su paso por la ciudad de Ávila.

San José Wery, A; Herráez Garrido, F.; Díaz Fernández, P.M. & Miras, JJ. 2008a. Niveles de As, NO<sub>3</sub>, Pb, Ni, Zn. En las aguas de las depresiones terciarias de la provincia de Ávila. (valles amblés y corneja). 9 Congreso Nacional De Medio Ambiente. Madrid 1 al 5 de diciembre de 2008.

San José Wéry, A.; Ramos Miras, JJ; Sierra Medina L; Boluda Hernández R; Gil de Carrasco C. 2008b. Levels of Arsenic in Waters of Ambles Valley (Ávila, Spain). II Congreso Internacional: Arsénico en el Medio Ambiente. Valencia, Mayo 2008.

San José Wéry, A.M.; Díaz-Fernández, P.M.; López Almansa, J. C; Mongil Manso, J.; Mas Alique, P.; Ramos Miras, J. J.; Martín García, L. P.; Luis Rosado, E. "Estudio de las características físico-químicas de las aguas de los humedales de la Moraña (Ávila)". 10º Congreso Nacional de Medio Ambiente, CONAMA10, Madrid, 22 – 26 Noviembre 2010.

Seele J., M. Mayr, F. Staab y U. Raeder (2000). Combination of two indication systems in pre-alpine lakes – diatom index and macrophyte index. *Ecological Modelling* 130: 145 –149.

Toro, M. e I. Granados (eds.). 2001. Las lagunas de la sierra de Gredos. Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León. Serie Técnica: Junta de Castilla y León. Valladolid. 242 pp.

<http://www.asodema.com/asodemamapadelamora%F1a.htm> (Consulta: 26 de octubre)