



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Estudio de las características fisico-químicas de las aguas de los humedales de La Moraña (Ávila)

Autor: Ana María San José Wery

Institución: Universidad Católica de Ávila

e-mail: ana.sanjose@ucavila.es

Otros Autores: Pedro Manuel Díaz Fernandez (UCAV), Juan Carlos López Almansa (UCAV), Jorge Mongil Manso (UCAV), Pedro Mas Alique(UCAV) , José Joaquín Ramos Miras (UCAV), Luis Pedro Martín García(UCAV) , Esther Luis Rosado (UCAV)

RESUMEN

Se muestran los resultados preliminares del estudio de las características fisicoquímicas de las aguas de los humedales de La Moraña y Tierra de Arévalo.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación financiado por la Universidad Católica de Ávila en el que se aborda el estudio ambiental de las zonas húmedas de la comarca citada, que incluye no solo el análisis de las características fisicoquímicas de las aguas sino también el estudio de aspectos hidrológicos, botánicos y de impacto ambiental.

Se han tomado muestras de agua de lagunas y se han analizado los parámetros físico-químicos más representativos de la calidad de las aguas y algunos contaminantes como metales pesados y arsénico.

El estudio estadístico de los principales parámetros físico-químicos incluye la comparación con aguas de pozos, manantiales, ríos y arroyos de la misma comarca cuyos datos se han obtenido de otros proyectos desarrollados por los miembros del equipo.

Palabras Clave: Humedales, agua, Moraña, Ávila, Impacto Ambiental, contaminantes, Metales pesados

Introducción

Los ecosistemas acuáticos terrestres tienen gran interés científico y ambiental debido a su singularidad, diversidad biológica y a su papel importante en las relaciones ecológicas que se generan en torno a ellos. Las zonas húmedas juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico y como soporte para la vida vegetal y faunística. Además constituyen un recurso de elevado valor económico, cultural, recreativo y científico (JCyL, 1992; Viñals, 2002).

Todas estas circunstancias y el hecho de que sean los medios ecológicos más amenazados del planeta, tanto por su extrema fragilidad como por la fuerte presión humana que sufren, ha motivado, en general, su protección y conservación en la legislación española, europea e incluso mediante tratados internacionales como el de Ramsar (1971).

Los impactos antrópicos contra los humedales han sido diversos a lo largo de las últimas décadas, entre los que se pueden destacar las políticas de desecaciones masivas, 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.

En este contexto, los humedales de la meseta castellana y leonesa constituyen unos enclaves singulares desde el punto de vista ecológico.

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 ello, en este trabajo de investigación, se procede a realizar un estudio de un total de 30 humedales pertenecientes a las comarcas de La Moraña y de la Tierra de Arévalo.

Se han estudiado las características generales de las aguas de dichos humedales; realizándose la caracterización y estudio de los parámetros físico-químicos y alguno de los contaminantes que puedan hallarse en las mismas.

La zona de estudio, se encuentra situada al norte de la provincia de Ávila, en la cuenca del Duero, al norte del Sistema Central. En la que se distinguen muy bien dos grandes unidades estructurales, con una extensión aproximada de 2.000 Km² y una altitud media de 850 m que a su vez se divide en las comarcas Tierra de Arévalo al noroeste, y La Moraña al suroeste (Figura 1).

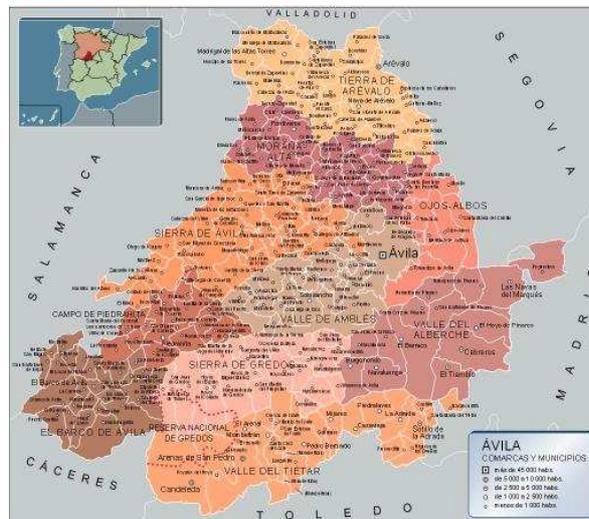


Figura 1. Mapa de Ávila en el que se observan al norte las dos comarcas estudiadas. Fuente: www.netmaps.es/mapas/espana/comarcas/avila

Material y métodos

Se han analizado 30 muestras de agua de lagunas, cuyos resultados se comparan con 48 pozos, 18 manantiales y 23 ríos y arroyos.

El número de puntos muestreados se indican en la Figura 2

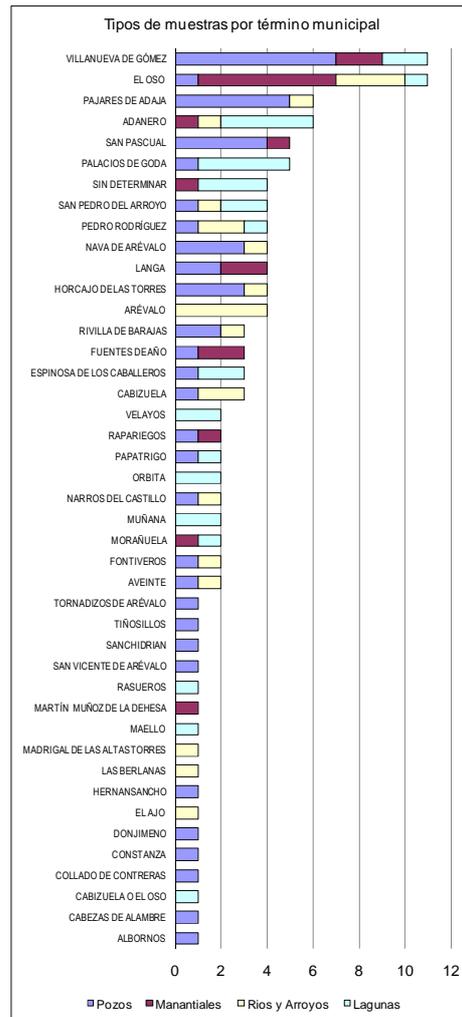


Figura 2. Nº de puntos muestreados en los diferentes municipios de la comarca estudiada

Las muestras se recogieron en botes de polietileno de 0,25 L y se conservaron a 4° C hasta su análisis, los parámetros fisicoquímicos medidos así como los aniones y cationes analizados se indican en la Figura 3.

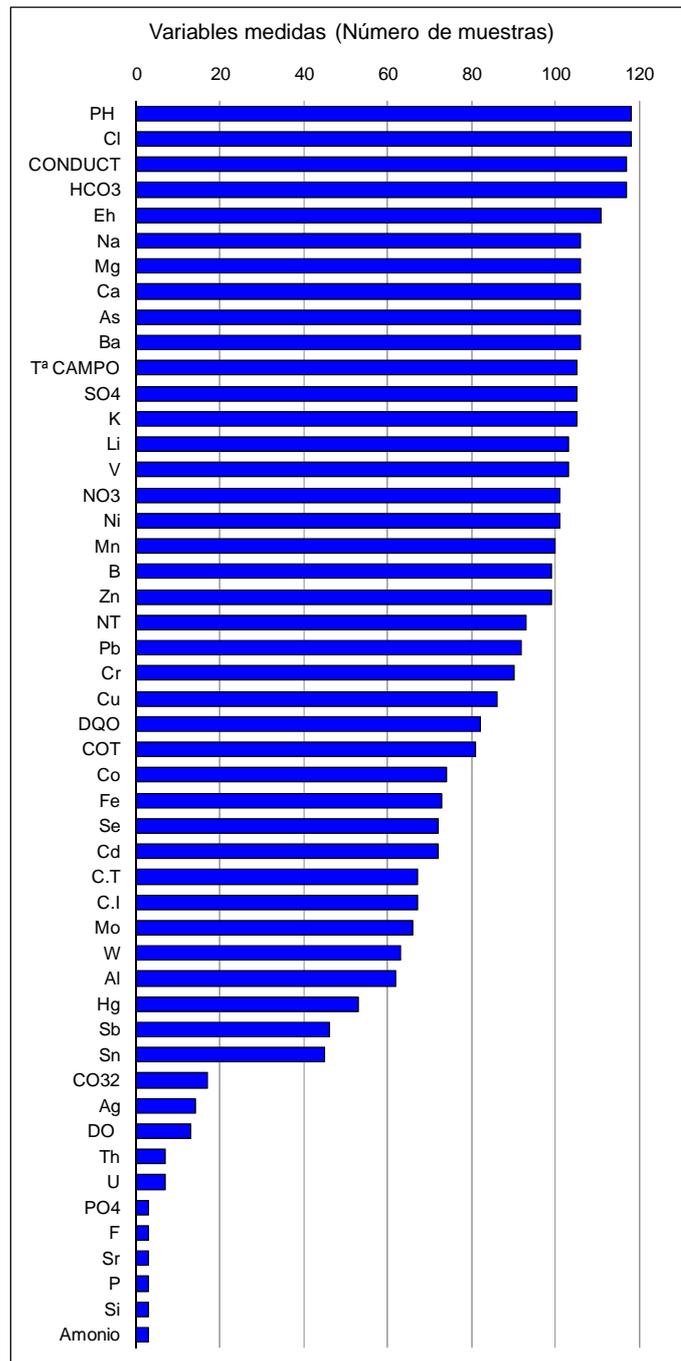


Figura 3. Parámetros medidos en las diferentes muestras

El pH, la temperatura de campo y el potencial redox (Eh) se midieron in situ con un pH-metro portátil de Hanna Instruments modelo HI9025, así mismo la conductividad de campo se determinó con un conductímetro portátil de Hanna Instruments modelo HI9033.

Las muestras se obtuvieron por duplicado, una de las cuales se acidificó con HNO₃ concentrado ultra puro de Merck para estabilizar los cationes hasta su análisis en laboratorio.

La otra muestra se utilizó para el análisis de aniones, de nitrógeno total (NT), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT).

El nitrógeno total, el carbono orgánico total y la DQO se han determinado mediante espectroscopia, utilizando un espectrofotómetro Hach-Lange DR2800

Los cationes mayoritarios se analizaron con un espectrómetro de emisión atómica con plasma acoplado y con detección óptica (ICP-OES) Horiba Jobin Yvon (Activa), con un límite de detección de 0,3 mg/L. Por otra parte, la determinación de los cationes minoritarios se realizó mediante ICP-MS con un equipo Perkin Elmer (Elan 9000), con un límite de detección de 0,01 g/L. Mientras que los aniones se han analizado mediante cromatografía iónica Dionex ICS-1500, siendo el límite de detección de 0,3 mg/L.

Los carbonatos e hidrogenocarbonatos se determinaron mediante valoración ácido base con HCl.

Resultados y Discusión:

En la Tabla 1 se indican los valores medios y la desviación estándar de los principales parámetros físico-químicos estudiados en todas las muestras de agua.

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar de los principales parámetros físico-químicos.

	PH	Cl	CONDUCT	HCO ₃	Eh	Tª CAMPO	NO ₃	NT	DQO
Pozos	7,46±0,78	78,02±62,57	977,61±701,02	257,04±147,85	-30,71±37,62	14,36±2,43	130,39±194,86	26,34±16,77	8,85±8,51
Manantiales	7,26±0,61	46,53±34,29	701,47±329,48	266,94±97,30	-27,01±27,59	12,92±1,93	64,48±43,57	13,39±10,38	6,62±4,09
Rios y arroyos	7,69±1,00	57,81±26,47	693,39±308,57	337,13±131,43	-63,49±21,62	15,40±4,42	11,75±10,48	5,02±6,45	14,57±6,98
Lagunas	8,77±1,03	2336,06±6162,70	3042,93±4003,64	528,96±372,45	-82,15±55,18	20,61±7,24	23,19±27,22	6,65±6,07	88,32±50,98

Como se puede apreciar en la Tabla 1, una característica común a casi todos los datos es la gran variabilidad tanto dentro de las muestras de un mismo tipo, puesta de manifiesto por los elevados valores de las desviaciones típicas, como entre las muestras, de diferente origen, para la misma variable.

A fin de comparar la variabilidad entre las distintas muestras, en la Figura 4 se representan los coeficientes de variación ($CV = \frac{S_x}{\bar{X}} \times 100$) que permiten comparar variabilidad entre muestras distintas.

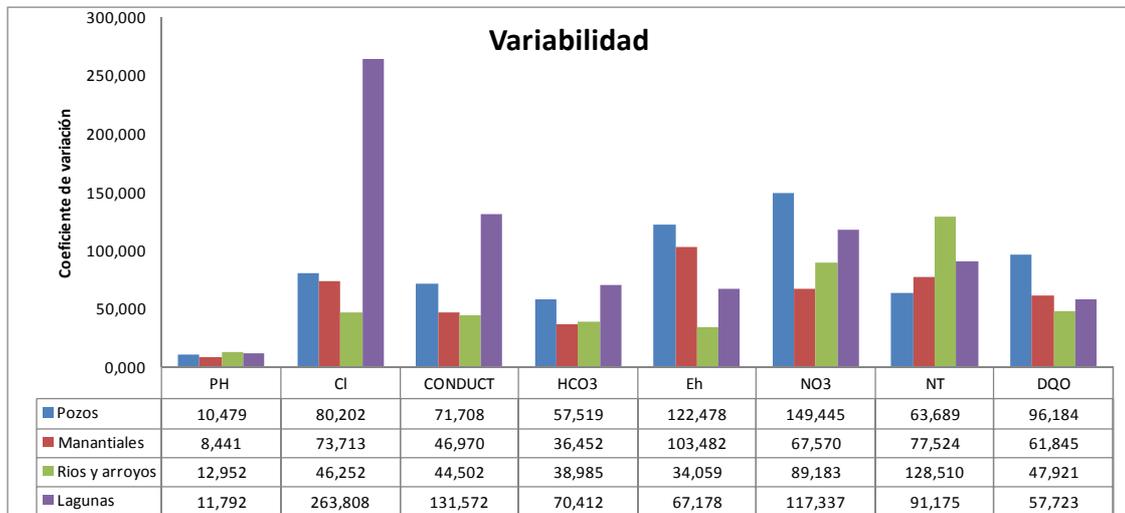


Figura 4. Variabilidad de las muestras. Coeficientes de variación.

Como paso previo al análisis estadístico de los datos, comparación entre lagunas y pozos, manantiales y ríos y arroyos se muestran a continuación los diagramas de caja para cada variable (tipo de muestra 1 pozos, tipo de muestra 2 manantiales, tipo de muestra 3 ríos y arroyos, tipo de muestra 4 lagunas) (Figura 5.).

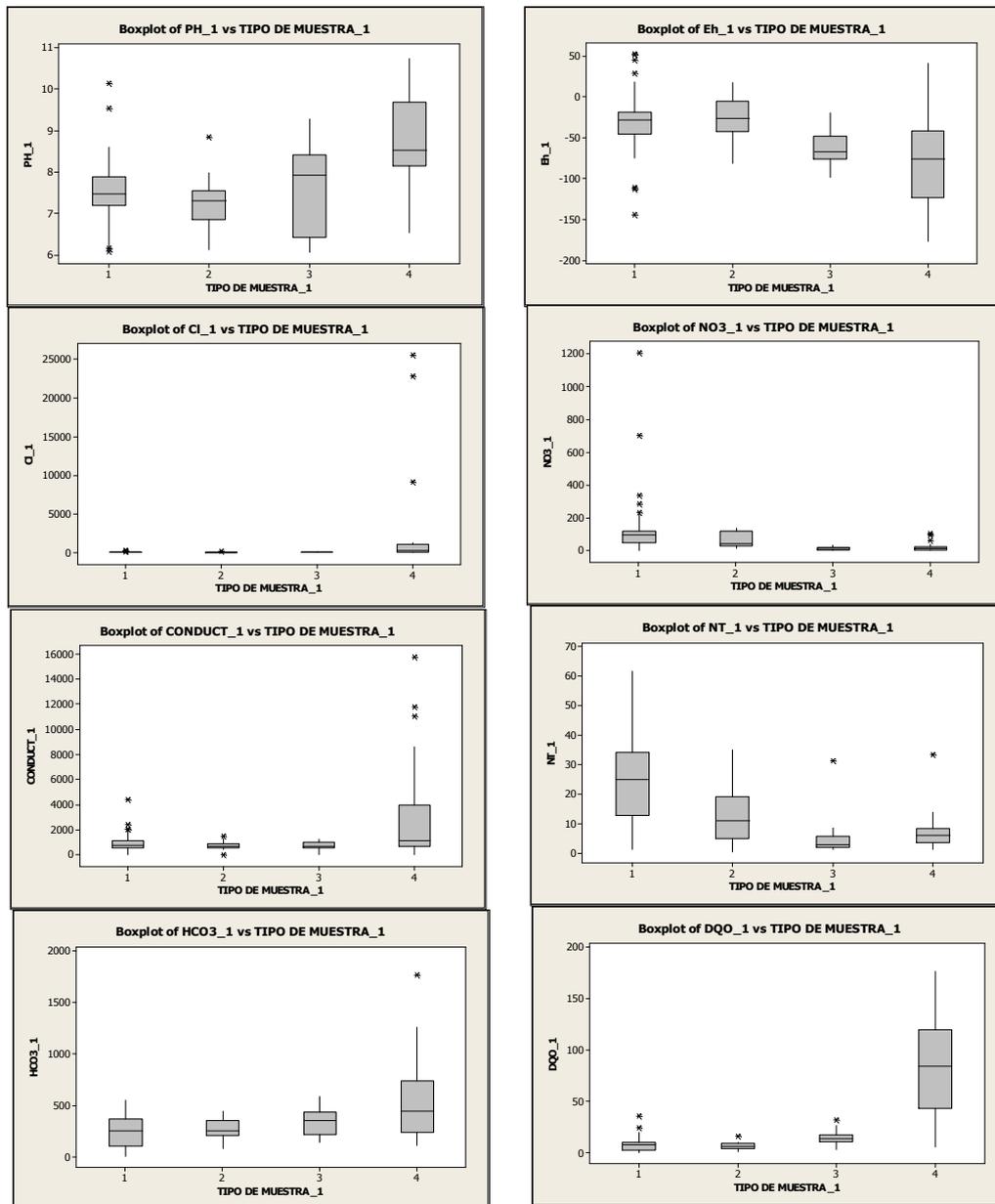


Figura 5. Diagramas de caja para cada variable estudiada.

Los gráficos de caja corroboran lo dicho anteriormente sobre la existencia de una gran variabilidad.

Los valores señalados como atípicos no se han eliminado al realizar el estudio comparativo, pues se puede asumir que corresponden a datos tomados correctamente al hacer el trabajo de campo, no hay evidencias de lo contrario, y que pueden corresponder a variables no controladas durante la toma de muestras.

Al comentar los resultados de las comparaciones, entre las lagunas y los pozos, manantiales y ríos, se marcará la línea a seguir para una mejor comprensión de estos valores.

El estudio estadístico se ha hecho utilizando el test de Kruskal-Wallis, la razón para utilizar un contraste no paramétrico es evitar la vulneración de las condiciones de normalidad y homocedasticidad requeridas para el análisis de la varianza al ser muestras no equilibradas.

Los valores obtenidos al hacer los contrastes son los que figuran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del test de Kruskal-Wallis

	PH	Cl	CONDUCT	HCO3	Eh	NO3	NT	DQO
Estadístico H	25,36	23,52	10,32	15,32	30,18	38,55	37,36	51,71
Grados de libertad	3	3	3	3	3	3	3	3
p	0,000	0,000	0,016	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000

Como se puede apreciar, en todos los casos se rechaza la hipótesis nula de igualdad entre las poblaciones de partida, lo que establece, para $\alpha=0.05$, diferencias significativas entre, al menos, dos de las poblaciones.

Como el objeto del estudio son las lagunas, las comparaciones a posteriori se harán comparando, para cada variable, las lagunas con cada uno de los orígenes de datos, los resultados se muestran en la Tabla 3.

Dado el carácter de las muestras el estadístico a utilizar es

$$\left| \frac{R_i}{n_i} - \frac{R_j}{n_j} \right| \geq z_{\alpha} \sqrt{\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) \frac{n(n+1)}{12}}$$

, si la diferencia, en valor absoluto, entre los rangos medios de la muestra i y la j es mayor que el valor de control existe diferencia entre ambas muestras para $\alpha=0.05$.

Tabla 3. Comparación estadística de las aguas de las lagunas con el resto de muestras.

		Lag / Pozos	Lag / Manant	Lag / Ríos
PH	Dif rangos medios	42,2	50,7	30,5
	Valor control	21,02	27,42	25,04
Cl	Dif rangos medios	26	47	31
	Valor control	21,2	27,1	18,8
CONDUCT	Dif rangos medios	14,7	27,2	26,1
	Valor control	21,06	27,35	25
HCO₃	Dif rangos medios	28,9	28,2	12,1
	Valor control	21,14	26,87	25
Eh	Dif rangos medios	33,8	37,8	3,5
	Valor control	20,03	26,3	24,53
NO₃	Dif rangos medios	35,4	28,8	9,5
	Valor control	11,28	24,34	26,84
NT	Dif rangos medios	33	16,6	9,6
	Valor control	18,76	22,95	21,02
DQO	Dif rangos medios	42,2	46,7	27,3
	Valor control	17,78	23,06	18,02

De la tabla anterior se deducen las siguientes conclusiones:

1. El pH es significativamente más alto en las lagunas que en los pozos, los manantiales y los ríos y arroyos.
2. La concentración de Cl⁻ es significativamente más alta en las lagunas que en los pozos, los manantiales y los ríos y arroyos.

3. La conductividad de las lagunas no es significativamente diferente de la de los pozos, en el caso de los manantiales los valores de la diferencia de rangos medios y el valor de control están tan próximos que no se pueden sacar conclusiones claras, en el caso de los ríos y arroyos, la conductividad de las lagunas es mayor pero los valores también están muy próximos.
4. La concentración de HCO_3^- es significativamente más alta en las lagunas que en los pozos, en el caso de los manantiales también pero los valores están muy próximos y los ríos y arroyos no difieren significativamente de las lagunas.
5. El potencial redox es significativamente más alto en las lagunas que en los pozos y manantiales, pero no hay diferencia con el de los ríos y arroyos.
6. La concentración de NO_3^- es significativamente más alta en las lagunas que en los pozos y manantiales, pero no hay diferencia con el de los ríos y arroyos.
7. El nitrógeno total es significativamente más alto en las lagunas que en los pozos pero no hay diferencia con el de los manantiales y ríos y arroyos
8. La DQO de las lagunas es significativamente superior al del resto de muestras.

De las conclusiones expuestas, se deduce claramente que las aguas de las lagunas han sufrido mayor contaminación antrópica, detectada por los altos niveles de nitratos, nitrógeno total, DQO y Cl^- determinados.

Agradecimientos

Este trabajo se basa en un proyecto de investigación concedido y financiado por la Universidad Católica de Ávila para el estudio el estudio ambiental de las zonas húmedas de la Moraña y Tierra de Arévalo

Bibliografía

- Aldasoro, J., de Hoyos, C., Vega J.C. & de Vicuña, B.G. 1984. Comunidades de plantas macrófitas y de crustáceos en las lagunas de montaña del NW de España, *Limnetica*, 1: 111 – 115.
- Alonso, M & Comelles, M. 1987. Catálogo limnológico de las zonas húmedas esteparias de la cuenca del Duero. Universidad de Barcelona. 1- 452.
- Blanco, A. 1985. Contribución al estudio de la flora y vegetación de las lagunas de Cantalejo (Segovia). Tesis de Licenciatura. UCM. 131 pp
- Cirujano, S.; Velayos, M.; Castilla, F. & Gil Pinilla, M. 1992. Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica e Islas Baleares). ICONA, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.
- Cirujano, S. & Medina, L. 2002. Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla-La Mancha. Real Jardín Botánico, CSIC-Junta de Castilla-La Mancha. Madrid, 340 pp.

Fernández Alonso, J.L. 1985. Fragmenta corológica occidentalia, 306-392. 501, 42 (2): 517 – 525.

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.

Ladero Álvarez, M; Navarro Andrés, F.; Valle Gutiérrez, C.J. Marcos Laso, B.; Ruiz Téllez, T. & Santos Bobillo, M.T. 1984. Vegetación de los saladares castellano-leoneses. Studia Botanica, 3: 17-62

Martínez, Valeria. 1990. Ecosistemas acuáticos de la Provincia de Ávila. Cuadernos abulenses, Nº. 14, Institución Gran Duque de Alba, Págs. 23-122 ISSN 0213-0475.

Margalef, R. 1981. Distribución de los macrófitos de aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio. Edit Juan March. Madrid, 62 pp.

Navarro, G. 1987. Datos sobre la vegetación acuática de las lagunas glaciares de Urbión y Neila (Soria-Burgos). Lazaroa, 7: 487 - 495

Pizarro, J. 1988. Sobre la distribución de *Ranunculus peltatus* Schrank var. *Microcarpus* Meikle en la región mediterránea. Lazaroa, 10: 303 – 306

Romero, T & Rico, E. 1989. Flora de la cuenca del río Duratón. Ruizia, 8: 1 – 438.

Viñals, M.J. (Coord.); 2002. El patrimonio cultural de los humedales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.