

La secuencia sedimentaria del Lago de Sanabria (Zamora, Noroeste de España)

The sedimentary sequence of Sanabria Lake (Zamora, Northwest Spain)

Margarita Jambrina⁽¹⁾, Mayte Rico⁽²⁾, Ana Moreno⁽²⁾ y Blas Valero Garcés⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Plaza de los Caídos, s/n 37008, Salamanca, Universidad de Salamanca, España. margajambrina@usal.es

⁽²⁾Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Avda. Montañana 1005, 50059-Zaragoza, España. mayterico@ipe.csic.es, amoreno@ipe.csic.es, blas@ipe.csic

ABSTRACT

Lake Sanabria (42°07'30"N, 06°43'00"W; 1000 m a.s.l.) in Zamora province, northwest Spain is the largest glacial lake in the Iberian Peninsula. Five Kullenberg long cores and 10 short gravity cores were studied using magnetic susceptibility, sedimentological analyses and Total Carbon content. The chronological model is based in 13 ¹⁴C AMS. The basal age of the longest core (ca. 26000 cal. yr. BP) indicates that the maximum extension of the Tera Valley glacier occurred prior to the global Last Glacial Maximum. During a long proglacial lake phase (unit 7, > 26 – 14,3 ka BP) light grey banded, coarse sands and silts with low organic matter content deposited. Glaciolacustrine sediments (unit 6, 14,3 – 13,1 ka BP), with organic matter-rich silts, represent the onset of the last deglaciation. An increase of clastic input (sandy silts) occurred between (13,1– 12,2 ka BP, unit 5) and likely corresponds to a cold pulse within the deglaciation period. Finally, units 4 to 1 (Holocene) are made of organic –rich silts with intervals of sandy layers.

Key-words: Sanabria Lake, lacustrine sediments, last deglaciation, Iberian Peninsula.

RESUMEN

El Lago de Sanabria (42°07'30"N, 06°43'00"W; 1000 m s.n.m.) en la provincia de Zamora, es el mayor lago de origen glacial de la Península Ibérica. En este trabajo se describen los resultados del análisis sedimentológico, de susceptibilidad magnética y composicional (Carbono orgánico total) de cinco sondeos largos tipo Kullenberg y 10 sondeos cortos de gravedad. El modelo cronológico se basa en 13 dataciones de ¹⁴C AMS. La edad basal del sondeo más largo es de 26000 cal. años BP lo que indica que la extensión máxima del glaciar del valle del Tera ocurrió antes del Último Máximo Glacial a escala global. Durante una fase de lago proglacial (unidad 7, > 26 – 14,3 ka BP) se depositaron facies clásticas de arenas gruesas y limos grises. Facies de limos con mayor contenido orgánico depositados en un ambiente glaciolacustre (Unidad 6, 14,3 – 13,1 ka BP), representan el comienzo de la última deglaciación. Un aumento en el aporte clástico y la sedimentación de facies de limos arenosos (Unidad 5, 13,1 – 12,2 ka BP) se corresponde probablemente con una fase fría durante la deglaciación. Finalmente, la sedimentación durante el Holoceno (unidades 4 a 1) está dominada por limos orgánicos con intercalaciones finas de arenas.

Palabras clave: Lago Sanabria, sedimentación lacustre, última deglaciación, Península Ibérica.

Geogaceta, 50-2 (2011), 113-116.
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 14 de Febrero de 2011
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

Introducción

El Lago de Sanabria es el lago más grande (3,47 Km²) formado por la acción de glaciares en la Península Ibérica (Margalef, 1983, Vega *et al.*, 2005). Estudios previos en sondeos sedimentarios han establecido una relación de la dinámica sedimentaria reciente (últimos 1000 años) con la actividad humana y con la variabilidad climática (De Hoyos, 1996, Julià y Luque, 2006, Luque y Julià, 2002, Giralt *et al.*, 2011). Sin embargo, no se disponía hasta la actualidad de una secuencia completa del registro lacustre desde la formación de este lago.

En este trabajo se describen las unidades y facies sedimentarias del registro sedi-

mentario basándonos en sondeos lacustres que cubren los últimos 26.000 años. El modelo cronológico está basado en 13 dataciones de ¹⁴C. El estudio permite describir la evolución de los procesos sedimentarios desde la última deglaciación.

Zona de estudio

El Lago de Sanabria (Latitud: 42°07'30"N, Longitud: 06°43'00"W; 1000 m s.n.m.), se encuentra en el sector noroccidental de la Península Ibérica, en la provincia de Zamora (Fig. 1A). Geológicamente se localiza en el antiformal "Ollo de Sapo", estructura que separa la zona "Astur-Occidental-Leonesa" de la zona "Centro Ibérica" del Macizo Ibérico (Fig. 1B).

La cuenca hidrográfica sobre la que se asienta ocupa una extensión de 127,3 Km² (Vega *et al.*, 2005), abarca los cursos de los ríos Tera, Segundera y Cabrera, y está formada por materiales cristalinos (gneis, granitos, granodioritas, esquistos y cuarcitas de edad Paleozoico y Precámbrico) recubiertos por depósitos glaciares y fluviales cuaternarios (Fig. 1C). Es un lago hidrológicamente abierto con una elevada tasa de renovación (Tiempo de Residencia=5-9 meses, De Hoyos *et al.*, 1998, De Hoyos y Comín, 1999). Su balance hídrico está controlado por el caudal del río Tera y por el régimen de precipitaciones. El clima está condicionado por los sistemas frontales del Atlántico y en consecuencia el régimen pluviométrico se encuentra estrechamente re-

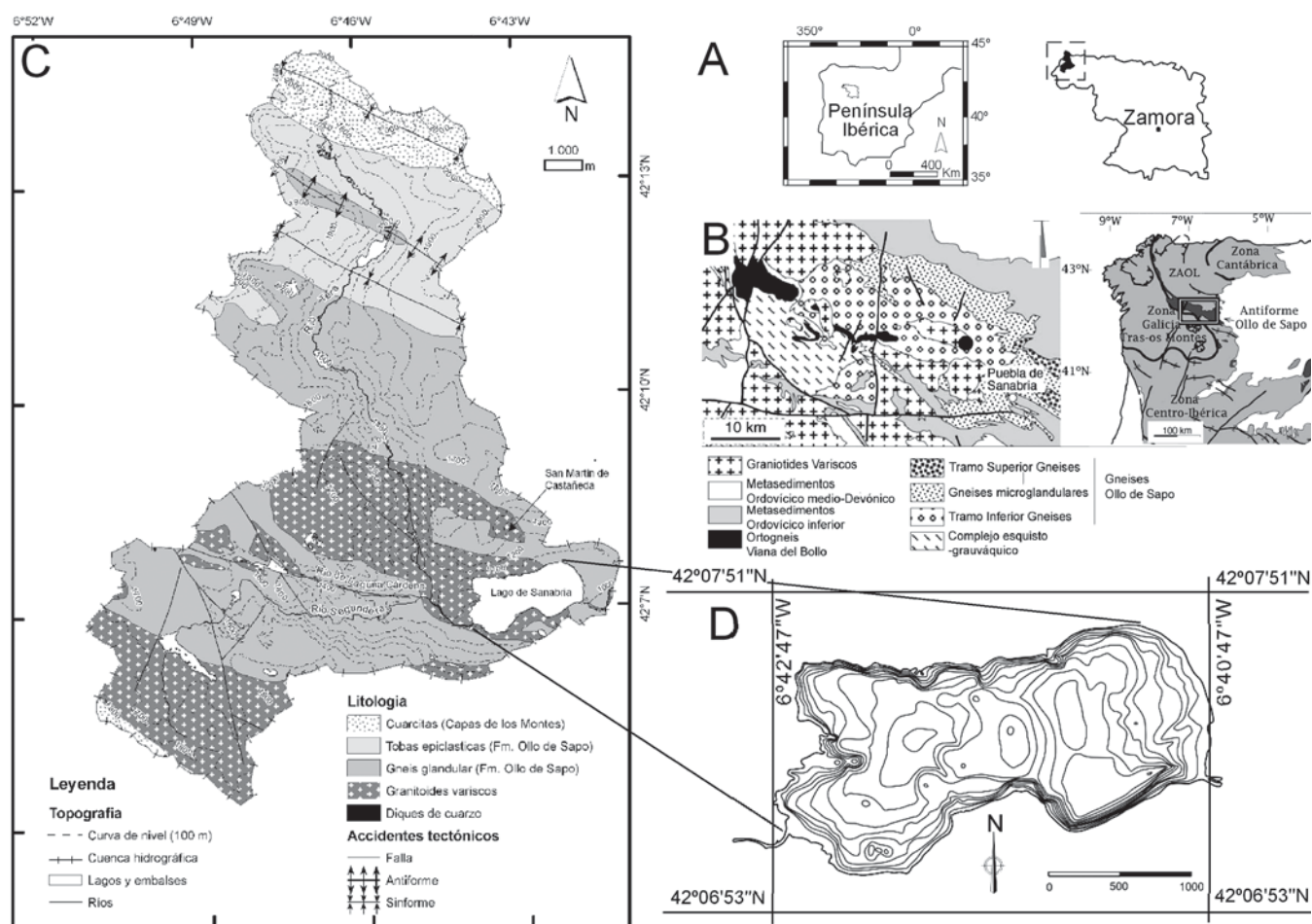


Fig. 1.- A) Situación Geográfica, B) Situación Geológica (modificado de Castro *et al.*, 2003), C) Cuenca Hidrológica del Lago de Sanabria, D) Mapa batimétrico (modificado de Vega *et al.*, 2005).

Fig. 1.- A) Geographical location of the studied site. B) Geological setting (based in Castro *et al.*, 2003) C) Drainage basin of Lake Sanabria, D) Bathymetric map (based in Vega *et al.*, 2005)

lacionado con la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) (De Hoyos, 1996).

La formación de la cuenca del lago tuvo lugar durante el último periodo glacial con la unión de tres lenguas glaciares (valle del Tera, Segundera y Cárdena) y con la posterior retirada y fusión de las mismas (Vega *et al.*, 1992, Vega y Aldasoro, 1994, Vega *et al.*, 2005). Esto dio lugar a un lago proglacial cerrado por un complejo morrénico terminal. El lago presenta una morfología alargada en sentido O-E, con dos cubetas (coincidiendo con las áreas de máxima acumulación de hielo): la occidental con 46 m de profundidad y la oriental con 50 m, separadas por un umbral (Aldasoro *et al.*, 1991, Vega *et al.*, 2005) (Fig. 1D).

El Lago de Sanabria es un lago monomíctico y holomíctico. Dada la baja solubilidad y la naturaleza de las rocas que forman el substrato, presenta aguas con bajo contenido mineral (conductividad 14,5-14,9 μ S) y ligeramente ácidas (pH 6,2-6,5) (De Hoyos y Comín, 1999).

Metodología

Se han realizado dos campañas de muestreo para la recuperación de sondeos largos y cortos por el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC) en 2004 y 2007. Durante mayo del 2004 se recuperaron 5 sondeos largos (Fig. 2A), mediante un sistema Kullenberg instalado en la plataforma flotante del Limnological Research Center de la Universidad de Minnesota (EE.UU.). Diez sondeos cortos fueron recuperados en la campaña del 2007 por el sistema Uwitek del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC.

Las propiedades físicas de los sondeos (susceptibilidad magnética, velocidad de las ondas p) fueron analizadas de modo continuo mediante un GEOTEK. Los sondeos fueron abiertos longitudinalmente y fotografiados y las facies sedimentarias identificadas y descritas mediante observación visual y microscópica. El contenido en carbono total (TC) fue analizado con un LECO SC144DR. Los sondeos largos se dataron

mediante AMS ^{14}C y los sondeos cortos a partir de dataciones radiométricas con $^{210}\text{Pb}/^{137}\text{Cs}$. También se utilizó como referencia cronológica un nivel de sedimentos gruesos atribuido a la rotura de la presa del Tera en 1959.

Resultados y Discusión

La figura 2 muestra la localización de los sondeos largos extraídos de las dos cubetas del Lago de Sanabria y la correlación entre los mismos basada en criterios litológicos, sedimentológicos y cronológicos. Los sondeos de la cubeta oriental alcanzan sedimentos clásticos gruesos (arenas y limos gruesos) depositados en un lago proglacial que ya funcionaba hace 26000 años (Fig. 2). De acuerdo con la composición de los sedimentos y sus propiedades sedimentológicas se han diferenciado siete unidades en la cubeta oriental.

La unidad 7 está formada por sedimentos clásticos gruesos (arenas, limos) en

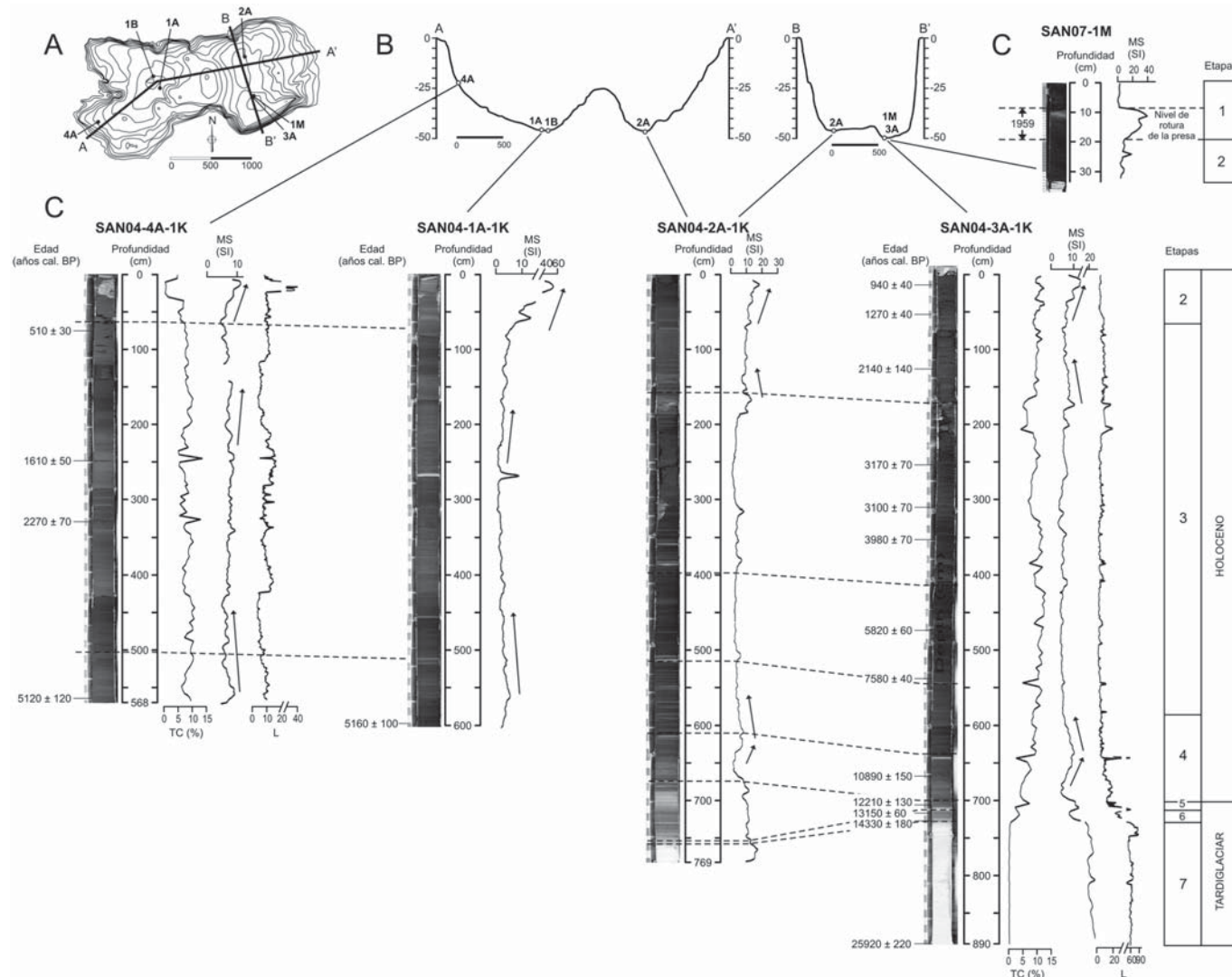


Fig. 2.- A) Localización de los sondeos y mapa batimétrico; B) Sección longitudinal (A-A') y transversal (B-B') del lago; C) Correlación de los testigos sedimentarios del lago de Sanabria. Se incluye la evolución de los siguientes parámetros: susceptibilidad magnética (MS), contenido en Carbono Total (TC), luminosidad (L) y cronología (años calibrados BP; datos de 14C calibrados con la curva Intcal04).

Fig. 2.- A) location of the cores and bathymetric map; B) Longitudinal (A-A') and cross-sectional (B-B') profiles; C) Correlation of the Lake Sanabria sediment cores. The following parameters are included: Magnetic susceptibility (MS), Total Carbon content (TC), optical lightness (L) and chronology (yr cal. BP, Intcal04 radiocarbon age calibration curves).

secuencias granodecrecientes, de composición silicatada y con contenido insignificante de materia orgánica. Estas características los identifican como sedimentos propios de un lago proglacial, alimentado por las aguas de fusión del glaciar del Tera y con una dinámica sedimentaria controlada por el aporte estacional de material clástico aportado por el glaciar. Durante este periodo ($> 26 - 14,3$ ka BP) el glaciar del Tera se había retirado desde su morrena frontal favoreciendo la formación de un lago proglacial en la cubeta actual del Lago de Sanabria. Esta cronología demuestra que la máxima extensión del glaciar del Tera ocurrió con anterioridad a 26 ka BP, es decir antes del último máximo glacial

global (en torno a 20 ka BP). Esta cronología es coherente con las fechas de máxima extensión glacial establecidas en el Pirineo y en la Cordillera Cantábrica (Jiménez-Sánchez y Farias, 2002; Moreno *et al.*, 2010; Jalut *et al.*, 2010) y aporta las primeras evidencias de una deglaciación temprana en la zona del Lago de Sanabria. La sedimentación de limos orgánicos a partir de 14,3 ka al comienzo de la unidad 6 marcaría la deglaciación completa de la cuenca y el establecimiento de una dinámica sedimentaria lacustre no influenciada directamente por los aportes glaciares. Sin embargo, el depósito de facies arenosas y limosas proglaciares entre 13 – 11,9 ka (Unidad 5) sugiere una nueva fase de

avance glacial. Tras el comienzo del Holoceno (Unidades 4 a 1) la sedimentación en Sanabria está dominada por limos orgánicos con alternancia de capas arenosas. El Holoceno temprano (Unidad 4: 11,9 – 8,5 ka BP) está caracterizado por facies limosas más clásticas, con mayor susceptibilidad magnética quizás ligadas a un aumento de las precipitaciones. La sedimentación Holocena (Unidad 3: 8,5 – 1,4 ka BP) está dominada por limos orgánicos con escasas intercalaciones de arenas. La unidad 2 está caracterizada por un aumento de la susceptibilidad magnética de las facies limosas que sugieren un incremento en el aporte clástico al lago durante tiempos históricos. En todos los sondeos recuperados

en el Lago de Sanabria se reconoce una capa de arenas y limos de unos 8-10 cm de espesor localizada a una profundidad de unos 10-12 cm de la interfase sedimento-agua. Esta capa es el resultado del depósito súbito del material arrastrado durante la avenida catastrófica producida por la rotura de la presa de Vega de Tera en el año 1959. Los sedimentos de la unidad 1 se habrían depositado con posterioridad a esta fecha (Giralt *et al.*, 2011).

Los sondeos tomados en la cubeta occidental sólo registran la sedimentación desde el Holoceno medio (Fig. 2.). La mayor tasa de sedimentación en esta cuenca es debida a la mayor influencia de los aportes del río Tera.

Conclusiones

Los sondeos del Lago de Sanabria permiten reconstruir la secuencia de eventos durante la deglaciación y el Holoceno. La presencia de depósitos proglaciales en la cubeta oriental del Lago de Sanabria demuestra que la máxima extensión del glaciar del Tera ocurrió con anterioridad a los 26000 años BP. Los glaciares habrían desaparecido de la cuenca de Sanabria en torno a los 14,3 ka, aunque entre los 13 y los 11 ka tuvo lugar una fase de avance gla-

ciar posiblemente asociada al Dryas Reciente (Younger Dryas, YD). Durante el Holoceno temprano y los últimos 1500 años ocurrieron dos periodos de mayor aporte de sedimentos clásticos al lago.

Agradecimientos

Este estudio se ha realizado con financiación de los proyectos CALIBRE (CGL2006-13327-C04/CLI), GRACCIE – CONSOLIDER (CSD2007-00067) y de la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León. Margarita Jambina tiene una beca de Formación de Personal de Investigación de la Universidad de Salamanca.

Referencias

- Aldasoro, J.J., de Hoyos, C. y Vega, J.C. (1991). *El lago de Sanabria. Estudio Limnológico*. Monográficas de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, vol. 2. Dirección General del Medio Ambiente, 133 p.
- Castro, A., Corretgé, L.G., de la Rosa, J.D., Fernández, C., López, S., García-Moreno, O. y Chacón, E. (2003). *Journal of Petrology*, 44(7), 1309-1344.
- De Hoyos, C. (1996). *Limnología del lago de Sanabria: variabilidad interanual del fitoplancton*. Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 438 p.
- De Hoyos, C., Aldasoro, J.J., Toro, M. y Comín F.A. (1998). *Hidrobiología*, 369/370, 287–295.
- De Hoyos, C. y Comín, F.A. (1999). *Hidrobiología*, 395/396, 281–291.
- Giralt, S. Rico-Herrero, M.T., Vega, J.C., y Valero-Garcés, B.L. (2011). *Journal of Paleolimnology*, DOI 10.1007/s10933-011-9509-x
- Jalut, G., Turu i Michels, V., Deboubat, J.J., Otto, T., Ezquerro, J., Fontugne, M., Belet, J.M., Bonnet, L., García de Celis, G., Redondo-Vega, J.M., Vidal-Romaní, J.R. y Santos, L. (2010). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297, 330-335.
- Jiménez-Sánchez, M. y Farias, P. (2002). *Geodinámica Acta*, 15, 93-101.
- Julia, R. y Luque, J.A. (2006). *Quaternary International*, 158, 162–171.
- Luque, J.A. y Julia, R. (2002). *Sedimentary Geology*, 148, 343-355.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega, 1010 p.
- Moreno, A., Valero-Garcés, B.L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Mata, M.P., Navas, A., González-Sampériz, P., Stoll, H., Farias, P., Morellón, M., Corella, J.P. y Rico, M. (2010). *Journal of Quaternary Science*, 25, 1076–1091.
- Vega, J.C. y Aldasoro, J.J. (1994). *Geología de Sanabria*. Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Castilla y León), 79 p.
- Vega, J.C., de Hoyos, C. y Aldasoro, J.J. (1992). *Limnetica*, 8, 49–57.
- Vega, J.C., de Hoyos, C., Aldasoro, J.J., de Miguel, J. y Fraile, H. (2005). *Limnetica*, 24(1-2), 115–122.