

# Estudio multi-indicador en dos lagos en el Sistema Ibérico (España): variabilidad climática y actividades antrópicas durante el último milenio

Ch. López-Blanco<sup>1,\*</sup>

(1) Departamento de Microbiología y Ecología. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE). Universidad de Valencia. 46100 Burjassot, España.

\* Autor de correspondencia: Ch. López-Blanco [charo.lopez-blanco@uv.es]

> Recibido el 13 de agosto de 2012, aceptado el 21 de agosto de 2012.

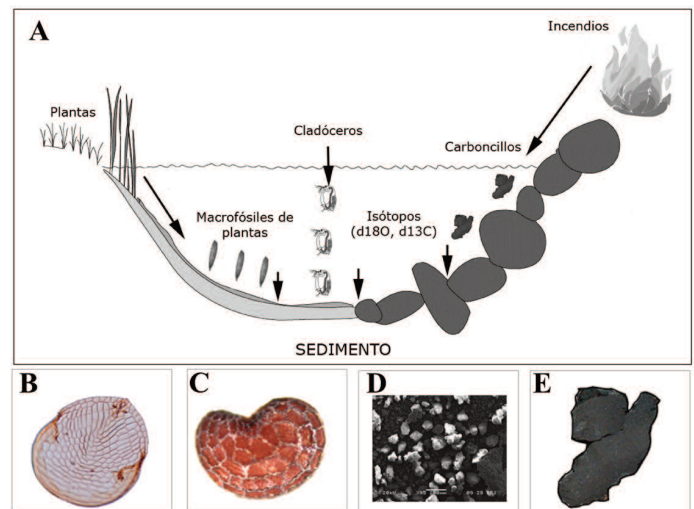
López-Blanco, Ch. (2013). Estudio multi-indicador en dos lagos en el Sistema Ibérico (España): variabilidad climática y actividades antrópicas durante el último milenio. *Ecosistemas* 22(1):80-82. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.17

La preocupación social acerca de problemas medioambientales como la lluvia ácida, la desaparición de la capa de ozono, la contaminación de acuíferos y, especialmente, el cambio climático, han provocado un incremento de estudios para evaluar la reacción del sistema Tierra frente a las actividades humanas. En el caso específico del calentamiento global, *naturaleza versus actividades antrópicas* son las dos partes de este debate donde una parte sostiene que el actual calentamiento global está provocado por actividades humanas mientras que la otra defiende que es un ciclo natural más en la historia de la Tierra. De ahí que recientemente se hayan desarrollado numerosos trabajos científicos para reconstruir el clima del pasado y sobre todo, para separar las influencias climáticas y humanas en los ecosistemas.

Pero, ¿cómo se pueden reconstruir el clima y las actividades antrópicas en el pasado? Desafortunadamente los registros instrumentales y/o documentales raramente abarcan más allá de los dos últimos siglos, por lo que el uso de indicadores naturales es necesario para separar los factores naturales de los factores humanos que provocaron los cambios climáticos en el pasado. En este contexto, los sedimentos de los lagos proporcionan excelentes registros donde el resultado del clima y de las actividades antrópicas se fusionan. Los restos que se encuentran en estos sedimentos y que se utilizan como indicadores se denominan *proxies* y se toman como sustitutos de medidas directas. En este trabajo se han combinado indicadores biológicos como subfósiles de cladóceros y macrofósiles de plantas con las características de sedimento, análisis de isótopos y carboncillos para reconstruir los ecosistemas del pasado en los lugares de estudio (Fig.1)

## Lugar de estudio y escala temporal

Para la realización del estudio se eligieron dos lagos (El Lagunillo del Tejo y El Tobar), situados a 60 km de distancia en el Sistema Ibérico (Cuenca). La escala temporal elegida para reconstruir estos cambios fue el último milenio ya que este periodo ha estado asociado a importantes cambios climáticos, como la Anomalía Climática Medieval (ACM) (AD 850- AD 1250) o la Pequeña Edad del

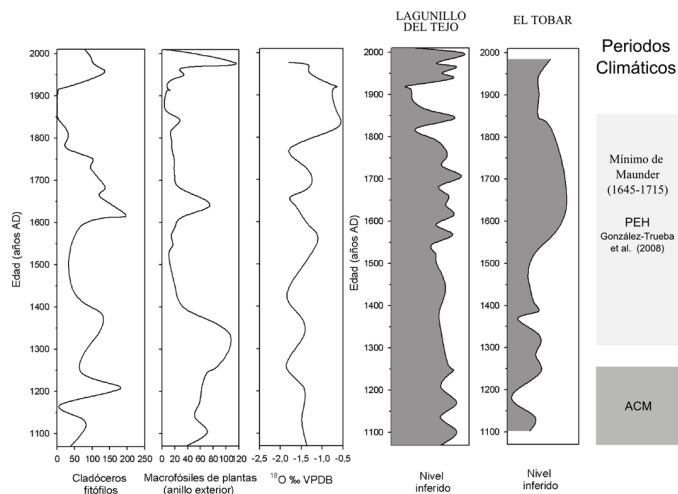


**Figura 1.** (A) Esquema del funcionamiento del sedimento del lago como trampa para los subfósiles de cladóceros, macrofósiles de plantas, isótopos y carboncillos. Ejemplo de (B) subfósiles de cladóceros (C) macrofósiles de plantas (D) carbonatos para análisis de isótopos y (E) carboncillos.

Hielo (PEH) (AD1300-1850), pero también con importantes cambios en los usos del suelo relacionados con guerras, ganadería o el desarrollo de la sociedad industrial. De esta forma, la escala temporal elegida parece adecuada para estudiar esta interacción entre clima y actividades humanas en los mencionados ecosistemas.

## Reconstrucción climática

Los niveles inferidos a partir de las secuencias del Lagunillo del Tejo y de El Tobar muestran un alto nivel de concordancia considerando escalas de cientos de años y a su vez, concuerdan con los principales periodos climáticos en el último milenio (Fig.2).



**Figura 2.** Comparación entre los cambios de nivel inferidos en el Lagunillo del Tejo y El Tobar (columnas 4 y 5) a partir de los datos de cladóceros, macrorestos e isótopos (detalle de éstos para el Lagunillo del Tejo, columnas 1, 2 y 3) y principales periodos climáticos en la Península Ibérica (última columna).

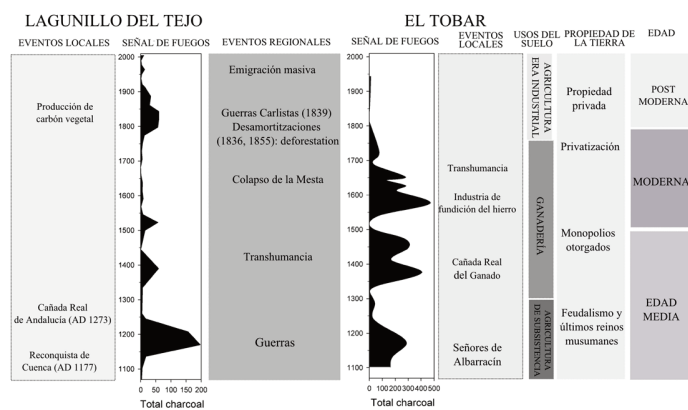
Durante la ACM y la PEH se registraron continuos cambios de nivel con fases áridas no sincrónicas en cada lago. La fase más fría de la PEH, el Mínimo de Maunder (AD 1645-1715), coincide con los niveles más altos registrados en ambas secuencias. Durante los dos últimos siglos, la secuencia de El Lagunillo del Tejo ha reflejado la sequía entre los siglos XIX y XX y anomalía climática positiva durante los años sesenta del siglo XX, lo cual concuerda perfectamente con datos instrumentales de la zona. Sin embargo, El Tobar ha sido menos sensible a estas fluctuaciones en la precipitación debido a características intrínsecas de este lago. Además, a partir de los sesenta el nivel del Tobar fue regulado por el hombre debido a la construcción de un canal para producir energía hidroeléctrica lo que provocó la pérdida del sedimento de este lago como sensor climático.

### Actividades antrópicas

Sin embargo, la variabilidad climática no ha sido el único factor en condicionar los cambios medioambientales que han sucedido en esta región. La comparación de las señales de carbones en ambos lagos con eventos de carácter local y regional permite determinar los factores que provocaron el fuego durante el último milenio (Fig. 3). Los incendios en la parte baja de las secuencias fueron probablemente provocados por eventos regionales como las guerras entre moros y cristianos (ca AD 1175) y con el establecimiento de sistema de trashumancia (ca AD 1350-1550). Sin embargo, la señal de carbones en la parte superior de las secuencias (ca. AD 1550-2000) se debió probablemente a eventos más locales como la producción de carbón vegetal en el Lagunillo del Tejo (ca. AD 1850) o la continuidad del sistema trashumante hasta ca. AD 1800 en la zona de El Tobar. Este hecho, una influencia regional en la señal durante la Edad Media y un control local en la época moderna y post-moderna realza la importancia del sistema de propiedad de la tierra sobre las relaciones hombre-medio ambiente en el Sistema Ibérico. La ausencia de carbones en la parte superior de las secuencias (ca. 1900-2000) concuerda con la relevancia adquirida por las zonas costeras y ciudades durante el siglo XX en la Península Ibérica y la pérdida de importancia estratégica de Castilla.

### Hombre vs Clima

Una vez que se tiene la reconstrucción en las precipitaciones y la historia de los incendios, la pregunta que subyace detrás es si los incendios o las actividades antrópicas fueron enteramente provocados por el hombre o si hubo una cierta influencia del clima.



**Figura 3.** Recopilación de eventos locales y registro de carboncillos en el Lagunillo del Tejo (primer y segunda columna) y en El Tobar (cuarto y quinta columna), eventos regionales que afectan a los dos lagos (tercera columna), usos del suelo, sistema de propiedad de la tierra y época (tres últimas columnas).

En el caso de El Lagunillo del Tejo, la buena concordancia entre los niveles más altos del lago y el periodo de menor frecuencia de incendios durante la fase fría del Mínimo de Maunder sugiere una fuerte relación entre las condiciones climáticas y las actividades humanas en las inmediaciones del lago. En el caso del lago El Tobar, los incendios fueron frecuentes durante periodos áridos de la ACM y comienzo de la PEH. Sin embargo, durante la PEH el papel del clima fue probablemente secundario y fue anulado por la influencia de actividades humanas.

### Conclusión

Las secuencias sedimentarias de estos lagos registran la relación entre el clima y los factores antrópicos durante el último milenio en el Sistema Ibérico. La comparación detallada entre ambas secuencias muestra que estos factores han jugado un papel esencial en los ecosistemas durante el periodo estudiado. Evidencias independientes que van desde documentales, instrumentales, biológicas o litológicas se han usado para interpretar las secuencias en términos de variabilidad climática o factores antrópicos, lo que refuerza la interpretación paleolimnológica. Se ha intentado separar los factores que provocan los cambios en los niveles de los lagos y en la ocurrencia de incendios. Sin embargo, las actividades antrópicas han sido tan importantes durante el último milenio que ha menudo esto resulta una tarea difícil. No obstante, cambios climáticos sustanciales como la ACM o la PEH fueron probablemente factores que condicionaron cambios medioambientales y las grandes transformaciones económicas como la introducción de las prácticas trashumantes en áreas de montaña durante la ACM y el colapso de este sistema probablemente relacionado con condiciones climáticas severas durante el Mínimo de Maunder (final de la PEH).

### Agradecimientos

Esta tesis ha sido posible gracias al proyecto INDICAMEDSE-LAR (Indicadores de cambios medioambientales en registros sedimentarios lacustres de alta resolución) financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y una beca de Formación de Profesorado Universitario (FPU) a la doctoranda financiada por la misma entidad.

## CHARO LÓPEZ-BLANCO

### **Multiproxy study in two karstic lakes in the Iberian Ranges: Climate variability and anthropogenic activities during the last millennium**

Tesis doctoral europea

Departamento de Microbiología y Ecología. Universidad de Valencia, 46100 Burjassot

Abril 2012

Dirección: María Rosa Miracle y Eduardo Vicente

#### Publicaciones resultantes de la tesis

Romero-Viana, L., Miracle, M.R., López-Blanco, C., Cuna, E. Vilaclara, G., García-Orellana, J., Keely, B.J., Camacho, A., Vicente, E. 2009. "Sedimentary multiproxy response to hydroclimatic variability in Lagunillo del Tejo (Spain)". *Hydrobiologia* 631:231-245.

López-Blanco, C., Miracle, M.R., Vicente, E., 2011. Cladoceran assemblages as indicators of hydrological changes. *Hydrobiologia* 676:249-261.

López-Blanco, C., Gaillard M.J., Miracle, M.R., Vicente, E. 2012 Lake-level changes and fire history at Lagunillo del Tejo (Spain) during the last millennium: climate or humans?. *The Holocene* 22:551-560.

López-Blanco, C., Miracle, M.R., Vicente, E. 2012. Cladocera sub-fossils and plant macrofossils as indicators of droughts in Lagunillo del Tejo (Spain)—implications for climate studies. *Fundamental and Applied Limnologie* 180:207-220.