



FELIPE MACÍAS  
MONTSERRAT DÍAZ-RAVIÑA  
MARÍA TERESA BARRAL  
(eds.)

# RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA CIENCIA DEL SUELO



VI CONGRESO IBÉRICO DE LA CIENCIA DEL SUELO  
**cics2014**  
SANTIAGO DE COMPOSTELA

andavira  
editora



# **Retos y oportunidades en la Ciencia del Suelo**

**F. Macías, M. Díaz-Raviña, M.T. Barral (eds.)**

LE INFORMAMOS QUE ESTE LIBRO ESTÁ  
DISPONIBLE EN VERSIÓN PAPEL.  
SI ESTÁ INTERESADO EN ADQUIRIRLO, VISITE:

[http://universidades.meubook.com/?page\\_id=394](http://universidades.meubook.com/?page_id=394)

© Autores

Foto portada: Rosa Calvo de Anta  
Diseño logo: Miguel Silva

Edita: Andavira Editora, S.L.  
Via Edison 33-35 - Pol. Ind. do Tambre  
15890 Santiago de Compostela  
[www.andavira.com](http://www.andavira.com) - [info@andavira.com](mailto:info@andavira.com)

Imprime: Tórculo Artes Gráficas, S.A.

ISBN: 978-84-8408-769-4

Depósito Legal: C 1074-2014

# Reconstrucción paleoambiental de los últimos 8.000 años de la turbera de Zalama (Sierra de Ordunte, País Vasco)

M. Souto<sup>1\*</sup>, X. Pontevedra-Pombal<sup>2</sup>, D. Castro<sup>1</sup>, JÁ López-Sáez<sup>3</sup>, Sebastián Pérez-Díaz<sup>3</sup>, E. García-Rodeja<sup>2</sup>, M.I. Fraga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Bótanica. Facultade de Bioloxía. Universidade de Santiago de Compostela (USC), 15782 Santiago de Compostela, A Coruña, España. \*martin.souto@usc.es

<sup>2</sup>Departamento Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Biología, Universidade de Santiago de Compostela (USC), 15782 Santiago de Compostela, A Coruña, España

<sup>3</sup>GI Arqueobiología, Instituto de Historia, CCHS – CSIC, Madrid, España

## Resumen

En la turbera ombrotrófica de Zalama (País Vasco) se han estudiado los macrorrestos vegetales y se ha realizado un análisis de la humificación de la turba, para establecer una reconstrucción paleoambiental de las condiciones de hidrológicas de la turbera en los últimos 8000 años. Ambos proxies, que muestran una apreciable concordancia, permitieron diferenciar 4 periodos de elevada humedad superficial (8000-7400, 6400-5640, 1050-480 y 480-300 BP) entre los que se intercalan otros más secos con zonas de transición seco-húmedo.

## Introducción

Las turberas contienen un registro detallado de los cambios ambientales y de la biodiversidad pretérita. La combinación de análisis de diferentes factores sensibles a cambios ambientales, como son los cambios en la humificación de la turba y en los macrorrestos vegetales, a lo largo del perfil del suelo, han demostrado ser de gran utilidad para la reconstrucción de las condiciones ambientales existentes a lo largo de la historia de la turbera, especialmente en lo que se refiere a los cambios producidos en las condiciones hidrológicas de la capa superficial, que en este tipo de turberas están condicionadas por la precipitación y la humedad atmosférica. (Aaby, 1975; Nilssen y Vorren, 1991; Chambers et al., 2010)

El objetivo de este trabajo es i) conocer la evolución holocena, a escala local, de la turbera ombrotrófica de Zalama, única turbera de cobertor conocida en el País Vasco, la más meridional de Europa y la más oriental de la Península Ibérica que posee un registro continuo de 8000 años; ii) determinar las posibles relaciones de los cambios a escala local con otros a escala global, basados en diferentes proxies.

## Material y métodos

### Descripción de la turbera

La turbera de Zalama (ZAL) se localiza en los Montes de Ordunte (País Vasco) sobre areniscas cuarcíticas a 1.320 m s.n.m. (UTM-30T: X-0466673 Y-4775991) con una temperatura media anual de 7'5° C y una precipitación total anual superior 1600 mm (Heras, 2002).

La vegetación actual (Heras, 2002), consiste en una parte central dominada por un brezal turboso de *Calluna vulgaris* (L.) Hull y *Erica tetralix* L., con *Eriophorum vaginatum* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench., *Daboecia cantábrica* (Huds.)K. Koch., *Erica cinerea* L., *Potentilla erecta* (L.) Rauschel, *Galium saxatile* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Juncus effusus* L y los musgos *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Dicranum scoparium* Hedw. y *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid.; y una zona periférica, más húmeda, de carácter minerotrófico dominada por *E. tetralix*, *C. vulgaris*, *D. cantábrica*, con *Juncus squarrosus* L., *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium* Honck., *Scirpus cespitosus*, *M. caerulea*, *J. effusus* y los musgos *Sphagnum cuspidatum* Hoffm., *Sphagnum tenellum* (Brid.)

Brid., *Pleurozium schreberi* (Willd ex Brid.) Mitt., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr., *Dicranum bonjeanii* De Not. y *Polytrichum commune* Hedw.

#### *Toma de muestras*

Se tomaron dos testigos completos hasta la base de la turba (226 cm), el primer metro con sonda Waardenar y el resto con sonda rusa. En laboratorio se seccionaron los bloques de muestra fresca, los primeros 30 cm de 1 cm de grosor y el resto de 2 cm, obteniéndose un total 130 muestras.

#### *Modelo edad/profundidad*

Para establecer los patrones de desarrollo de la turbera se utilizaron 17 muestras de turba que fueron enviadas a Ångström Laboratory, Div. of Ion Physics, 14C-lab, Uppsala, para su datación por radiocarbono. Una vez calibradas (CALIB 5.0.2), el modelo edad/profundidad se obtuvo mediante el ajuste de ecuaciones polinómicas no lineales para las edades calibradas. La edad basal fue de más de 8000 años cal. AP.

#### *Extracción y análisis de macrorrestos vegetales*

De cada muestra se obtuvieron sub-muestras de 5 cm<sup>3</sup> que fueron digeridas, con NaOH al 8% durante 15 minutos. A continuación se realizó un proceso de disgregado con un tamiz (0,2 mm). El material tamizado fue transferido a placas Petri para la identificación y cuantificación de los macrorrestos mediante observación con estereomicroscopio. Para la cuantificación se ha empleado el método de “cuadrante y recuento de hojas” (QLC) (Barber, 1994) excepto para los escasos y de pequeño tamaño que se contaron todos. Para la identificación se ha utilizado como referencias herbario y preparaciones microscópicas de las especies de la flora de turbera actual, además de material bibliográfico (Mauquoy, 2007; Grosse-Brauckmann, 1972, 1974, 1992).

#### *Análisis de humificación de la turba*

Se utilizó el método de Blackford y Chambers (1993), consistente en la ebullición lenta de 0.1g de muestra en 50 ml de NaOH (8 %, pH 12,6) y la medición de la absorbancia del extracto resultante por espectrofotometría (espectrofotómetro Jenway 6305) a 540 nm. Las medidas se repitieron tres veces para cada muestra. La absorción de luz es proporcional a la cantidad de materia humificada disuelta (Aaby y Tauber, 1975).

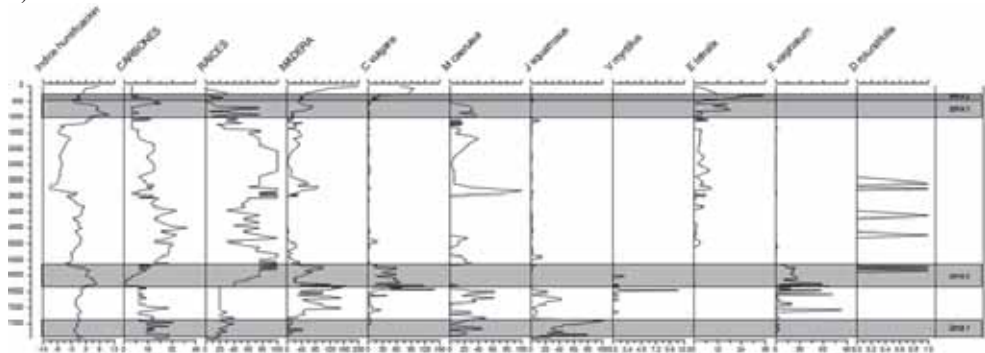
## **Resultados y discusión**

En la Fig. 1 se muestran los cambios observados en los niveles de humificación de la turba, y en el contenido en macrorrestos vegetales a lo largo de todo el perfil. Teniendo en cuenta que valores bajos de humificación son indicativos de periodos de elevada humedad en la turbera y que, en general, coinciden con la presencia de macrorrestos de especies con reconocidas preferencias ecológicas por ambientes inundados o con la capa freática próxima a la superficie del suelo (*Sphagnum* sp.; *A. Palustre*; *J. squarrosus*, *D. rotundifolia*), hemos podido diferenciar 4 periodos húmedos, entre los que ha habido otros mas secos, en ocasiones interrumpidos por cortos episodios con mayor humedad en la superficie de la turbera. En los diagramas estratigráficos (Fig. 1) se han resaltado los periodos más húmedos:

ZAL-1 (8000-7400 BP). Es la parte inferior la turba de color gris negruzco, muy plástica, bastante descompuesta y con arenas de cuarzo muy finas. Aunque el nivel de humificación no es bajo, podría tratarse de un episodio húmedo debido a la abundancia de semillas de *J. squarrosus* y, en menor medida, de rizomas de *Eriophorum*.



a)



b)

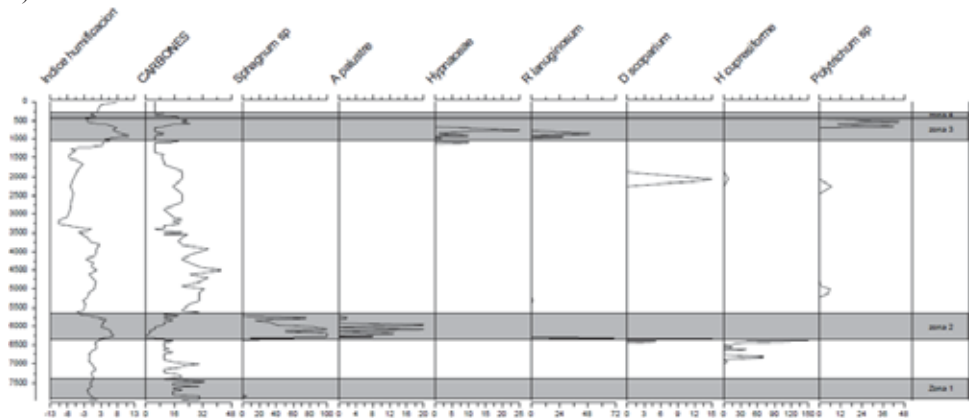


Figura 1. Diagrama estratigráfico de plantas vasculares (a) y de briofitos (b). Se indica IH y contenido en carbonos. En gris los periodos más húmedos.

ZAL-2 (7400-6400 BP). En esta zona, donde la turba es rojiza y está bastante humificada, los dos proxies analizados concuerdan en indicar que se trata de una fase más seca. Disminuye *J. squarrosus* y se detecta abundancia de madera y semillas de *C. vulgaris*, especie que podría haber obligado a retroceder a *J. squarrosus*. Otro indicador de mayor sequedad es el musgo *H. cupressiforme* que suele aparecer asociado a *C. vulgaris*.

ZAL-3 (6400-5650 BP). Zona de turba rojiza muy fibrosa poco humificada. La concordancia de baja humificación y presencia de especies indicadores de ambientes hidrófilos, indican un período húmedo. Es la zona más rica en macrorrestos, entre los que destacan *Sphagnum* sp., *D. rotundifolia* y *A. palustre*. *Eriophorum* aumenta con respecto a la zona anterior y *C. vulgaris* también tiene una fuerte presencia. Destaca la escasa presencia de carbonos (ausencia o escasez de incendios).

En la transición de ZAL-2 a ZAL-3 aparecen restos de los musgos *D. scoparium* y *R. lanuginosum*, aunque este último se ha asociado a condiciones secas y degradadas de las turberas, tiene un papel activo durante los periodos de cambio climático hacia el aumento de condiciones húmedas tras un periodo seco (Ellis, 2003), como en este caso de Zalama.

ZAL-4 (5650-3200 BP). Corresponde al periodo Subboreal, con turba rojiza en la parte inferior que pasa a marrón oscura y fibrosa. Destaca la escasez de macrorrestos, sólo aparecen pequeñas subzonas de *M. caerulea* y *E. tetralix*. Puntualmente se han observado algunas semillas de *D. rotundifolia* que pueden representar cortos episodios húmedos. Presenta una gran cantidad de carbonos procedentes de incendios lo que explicaría la falta de otros

macrorrestos vegetales.

ZAL-5 (3200-1050 BP). Considerada como más seca, presenta turba marrón oscura y fibrosa. La presencia de *E. tetralix* es continua, acompañada por *M. caerulea*, que tiene un repunte entre 1800-1500 BP coincidiendo con el Periodo Cálido Romano. Ambas especies toleran oscilaciones en el nivel de la capa freática.

ZAL-6 (1050-480 BP). Coincide con el óptimo climático medieval. Presenta turba pardo naranja compacta. El índice de humificación indica condiciones húmedas; los macrofósiles corresponden a *M. caerulea* y *E. tetralix*, ésta última más abundante que en el período anterior. Entre el 900-800 BP aparecen restos de *R. lanuginosum*, que podrían volver a indicar una transición climática.

ZAL-7 (480-300 BP). Corresponde a la Pequeña Edad de Hielo, con turba pardo naranja compacta, poco humificada. Los macrorrestos indican la presencia de un brezal higrófilo con abundante *E. tetralix* y, en menor medida, *C. vulgaris*.

ZAL-8 (300-Presente). Es la zona superior del perfil, con un contenido en macrorrestos que refleja una cubierta vegetal similar a la actual, un brezal más seco con dominio de *C. vulgaris* que desplaza a *E. tetralix*.

Esta zonificación coincide, en general, para la descrita para otras turberas de Europa.

## Bibliografía

- Aaby B., Tauber H., 1975. Rates of peat formation in relation to degree of humification and local environment, as shown by studies of a raised bog in Denmark. *Boreas* 4, 1–17.
- Barber K.E., Chambers F.M., Maddy D., Stoneman R.E., Brew J.S. 1994. A sensitive high resolution record of Late Holocene climatic change from a raised bog in Northern England. *The Holocene* 4, 198–205.
- Chambers FM, Beilman DW, Yu Z, 2010. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires Peat* 7, 1–10
- Ellis CJ, Tallis JH. 2003. Ecology of *Racomitrium lanuginosum* in British blanket mire, evidence from the palaeoecological record. *Journal of Bryology* 25: 7–15.
- Grosse-Brauckmann, G. 1972 Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. *Telma* 2, 19–55.
- Grosse-Brauckman, G. 1974 Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u.a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. *Telma* 4, 51–117.
- Grosse-Brauckmann G. 1992. Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. III. Früchte, Samen und einige Gewebe (Fotos von fossilen Pflanzenresten). *Telma* 22, 53–102.
- Heras P. 2002. Determinación de los valores ambientales de la turbera del Zalama (Carranza; Bizkaia) y propuestas de actuación para su conservación. Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.
- Heras P. 1990. Estudio briológico de las turberas de los Tornos y Zalama. Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales, 7:117-137. Sociedad de estudios Vasco-Eusko Ikaskuntza. San Sebastián.
- Mauquoy D. & van Geel B. 2007 Mire and peat macros. In: Elias, S.A. (ed.) *Encyclopedia of Quaternary Science* 3, 2315–2336.
- Nilssen E., Vorren K.-D. 1991. Peat humification and climate history. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 71, 215-217.