LA TURBERA DE SOTOMBO. UNA APROXIMACIÓN PALINOLÓGICA A LA DINÁMICA ANTRÓPICA DE LOS COLLADOS DEL ASÓN

Sara Núñez de la Fuente[1], Sebastián Pérez Díaz[2], Manuel Frochoso Sánchez[3], Raquel González Pellejero[3], Fernando Allende Álvarez[4], José Antonio López Sáez[2]

[1] Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria. Universidad de Cantabria. sara.n.delafuente@gmail.com
[2] Grupo de Investigación Arqueobiología. Instituto de Historia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales. CSIC. sebastian.perez@cchs.csic.es; joseantonio.lopez@cchs.csic.es
[3] Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria. manuel.frochoso@unican.es; raquel.gonzalez@unican.es
[4] Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. fernando.allende@uam.es

Resumen

El conocimiento acerca de la evolución de los espacios de montaña es una problemática de gran interés tanto desde el punto de vista paleoambiental como en relación con las ocupaciones humanas. En este trabajo se presenta el estudio palinológico a alta resolución de la turbera de Sotombo, muy próxima al límite septentrional del Parque Natural de los Collados del Asón (Cantabria), con el objetivo de evaluar la composición y evolución de la vegetación, las condiciones climáticas y la incidencia de las actividades humanas en este espacio durante los últimos 6000 años. El estudio se ha realizado a través del análisis de pólenes, esporas y microfósiles no polínicos, apoyados por una serie de 8 dataciones absolutas. Los principales resultados señalan, en el inicio de la secuencia, el dominio de los bosques caducifolios junto con pinares *ca.* 5926-2418 cal BP. A partir de este momento se evidencia claramente la antropización del paisaje, en fechas contemporáneas a la expansión de los hayedos. Con posterioridad (desde *ca.* 596 cal BP) se inicia el desarrollo de las praderas montanas que dominan el paisaje actual.

Palabras clave: Paleoambiente. Arqueobotánica. Cordillera Cantábri*ca*. Holoceno. Cantabria.

Abstract

Abstract: The knowledge about the evolution of the mountain areas is a very interesting issue from the palaeoenvironmental standpoint, but also from the archaeological view in relation to human occupations.

In this paper, we present the high resolution studies of the peat bog of Sotombo, located in the vicinity of the Collados del Asón Natural Park (Cantabria), in order to evaluate the composition and evolution of the vegetation, the climatic conditions and the impact of human activities in this area of the Cantabrian mountains over the last 6000 years. The study has been made through the analysis of pollens, spores and non-pollen palynomorphs, with the support of 8 AMS radiocarbon dates. The main results point the dominance of deciduous forests with pines between *ca.* 5926-2418 cal BP. From this moment is clearly evident the anthropogenic activities, in contemporary to the expansion of the beech forests. Subsequently (from *ca.* 596 cal BP) starts the development of mountain meadows, that dominate the current landscape.

Keywords: Palaeoenvironment. Archaeobotany. Cantabrian Range. Holocene. Cantabria.

1. Introducción

Las zonas de montaña, que han sido tradicionalmente áreas marginales y espacios muy limitados por sus condiciones climáticas severas y una topografía extrema, son consideradas en la actualidad paisajes culturales de alto valor socio-ecológico.

Teniendo en cuenta que la variabilidad climática y la dinámica antrópica son los principales factores que han influido en la evolución temporal de la vegetación en ambientes de montaña, un análisis histórico de ambos y sus interacciones permitirá entender la fisionomía de los paisajes actuales desde una perspectiva diacrónica (Valladares *et al.*, 2004). En este sentido, estas montañas constituyen un "laboratorio natural" único para ensayar una socio-ecología de larga duración. La combinación de estudios paleoambientales y el registro arqueológico es una estrategia de investigación aún inexplorada en este territorio, con gran potencial para entender el ritmo y el alcance de las perturbaciones de origen antrópico y/o climático, tanto sobre la evolución de los ecosistemas como de las prácticas culturales (Galop *et al.*, 2003).

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la composición y evolución de la vegetación, las condiciones climáticas y la incidencia de las actividades humanas en este este espacio de la montaña cantábrica durante los últimos 6000 años a través del estudio palinológico

de alta resolución de la turbera de Sotombo, situada en las inmediaciones de la localidad de Arredondo y próxima al límite septentrional del Parque Natural de los Collados del Asón (Cantabria).

2. Material y métodos

En el año 2008 se obtuvo un testigo sedimentario de 200 cm de potencia en la turbera de Sotombo, mediante el empleo de una sonda rusa con un diámetro de 50 mm. En total se analizaron 100 muestras de 1 cm^3 cada una, a intervalos de 2 cm.

Las fechas radiocarbónicas procedentes de ocho muestras fueron datadas mediante AMS en el Centro Nacional de Aceleradores (CNA, Universidad de Sevilla-CSIC) y el laboratorio Beta-Analytic (Miami, Florida, EE.UU.) y calibradas, en fechas cal BP, mediante el software CALIB 7.1 usando la curva de calibración IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013).

El tratamiento químico de las 100 muestras sedimentológicas referidas se ha realizado en las instalaciones del Grupo de Investigación Arqueobiología (CCHS, CSIC), siguiendo la metodología estándar propuesta por Faegri e Iversen (1989). Para la identificación de palinomorfos se ha utilizado un microscopio óptico (modelo Nikon Eclipse 50i), con objetivos de 40x, 60x y 100x, este último con aceite de inmersión. Los granos de polen, las esporas y los microfósiles no polínicos se identificaron mediante la utilización de claves diagnósticas y atlas polínicos (Moore *et al.*, 1991; Reille, 1999; van Geel, 2001), y de la colección de referencia del Grupo de Investigación Arqueobiología del CSIC. En cada muestra se han identificado un mínimo de 500 pólenes procedentes de plantas terrestres (suma base polínica, SBP). Los porcentajes relativos de cada palinomorfo en cada muestra vienen referidos a la SBP. De ésta se excluyeron los palinomorfos de taxones hidro-higrófitos, esporas y microfósiles no polínicos, cuyos porcentajes se calculan también respecto a ella.

3. Resultados y Discusión

3.1. Los Collados del Asón entre el Neolítico final y la Primera Edad del Hierro (ca. 5925-2420 cal BP)

La zona polínica más antigua de la turbera (SOT-1) corresponde cronoculturalmente a un periodo que se extendería entre el Neolítico final y la Edad del Bronce (*ca.* 5925-2740 cal BP). Ésta presenta un paisaje ampliamente dominado por bosques, con valores máximos de polen arbóreo del 77,5%. Esta dominancia de las formaciones forestales se mantiene en SOT-2 (*ca.* 2740-2420 cal BP), durante la Primera Edad del Hierro, e incluso aumenta (81,6%) (Fig. 1 y 2).

Entre *ca.* 5925 y 2420 cal BP los bosques estuvieron dominados por elementos caducifolios, como el avellano (*Corylus*, máximo 32,3%) y *Quercus* caducifolio (17,9%) y, en porcentajes más bajos, el haya (*Fagus*; 0-3,1%), abedul (*Betula*; 2-5,2%), fresnos (*Fraxinus*; 0-1,3%), olmo (*Ulmus*; 0-0,2%), sauces (*Salix*; 0- 1,6%) o tilos (Tilia; 0-1,4%) (Fig. 1 y 2). Son por tanto éstos unos bosques de ombroclima húmedo, ricos en helechos (*Polypodium vulgare*, Filicales trilete y monolete).

Otros elementos caducifolios documentados son los alisos (*Alnus*), cuya presencia en SOT-1 y SOT-2 es continua, al igual que en las zonas polínicas posteriores, con máximos de 8%, lo que permite suponer cierta presencia local de alisedas, ya sea en el entorno inmediato de la turbera, en arroyos asociados a vaguadas de gran retención hídrica con encharcamientos estacionales, o incluso en cursos de agua más o menos estables.

A pesar de lo dicho, es importante señalar que *ca.* 5925-2420 cal BP el porcentaje de *Quercus* caducifolio no es demasiado elevado, con valores por debajo del 20% que estarían indicando la existencia de bosques caducifolios relativamente abiertos, con abundancia de zonas de pasto (Poaceae: 4-15,5%), probablemente en relación a algún tipo de actividad humana (López Sáez *et al.*, 2015). De hecho, en ambas zonas polínicas (Fig. 2) son relativamente abundantes y constantes ciertos palinomorfos de carácter antrópico y nitrófilo (Behre, 1981), caso de *Aster* (0-4%), Cardueae (0-3,6%) o Cichorioideae (0-3,1%), así como otros de origen antropozoógeno vinculados a cierto tipo de presión pastoral (Chenopodiaceae: 0-0,5%; *Plantago lanceolata*: 0-1,4%, *P. major/media*: 0-0,6%, *Urtica dioica*: 0-0,4%). En paralelo, en ambas se documentan ascoporas fúngicas de especies coprófilas de *Sordaria* (0-2,1%), indicativas de actividad ganadera en el entorno inmediato de la turbera (López Sáez y López Merino, 2007; López Merino *et al.*, 2009a).

Las evidencias de antropización en Sotombo son si cabe más importantes en SOT-2, durante la Primera Edad del Hierro (*ca.* 2740-2420 cal BP), momento en el que se incrementan ligeramente los valores de los palinomorfos antrópicos antes citados. Estos hechos pueden ponerse en correlación con un cambio cultural importante, al transformarse las sociedades nómadas de la Edad del Bronce en otras poblaciones

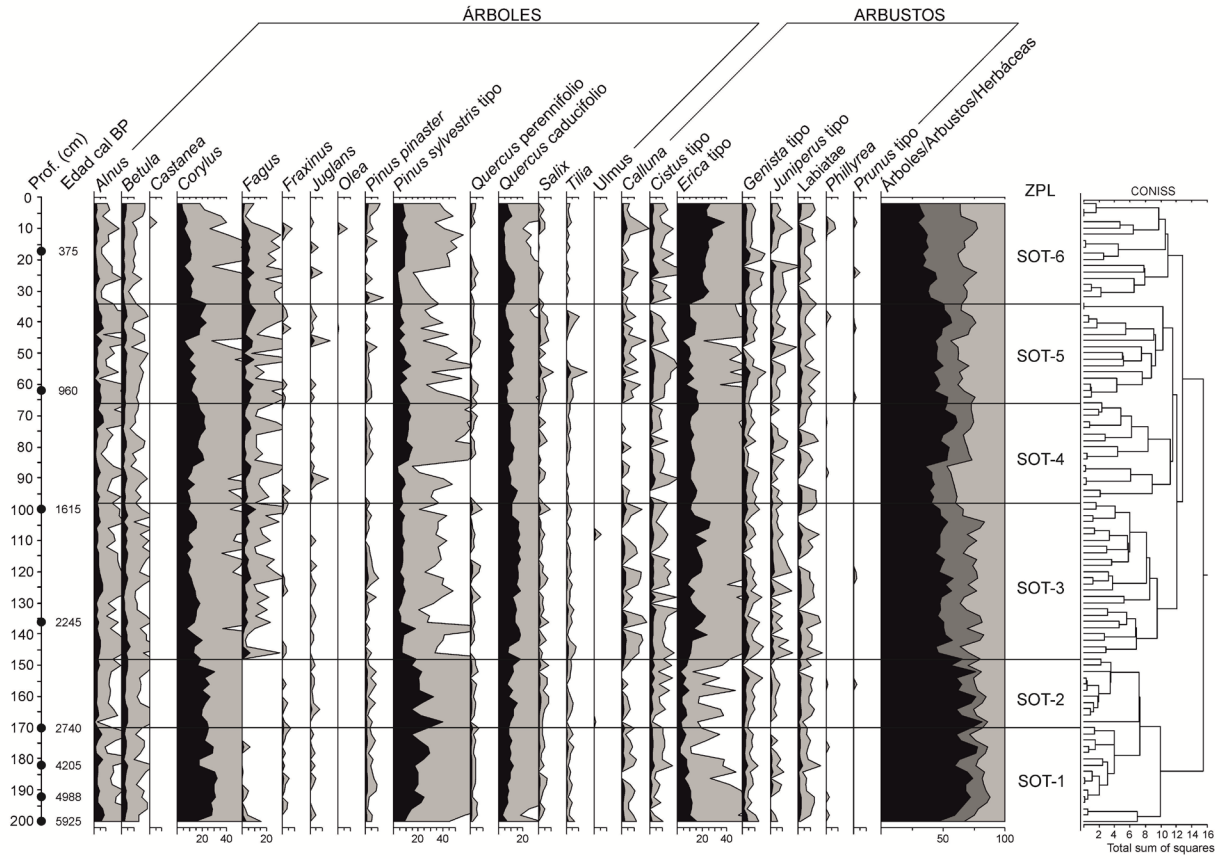

Figura 1. Diagrama palinológico de árboles y arbustos de la turbera de Sotombo.

que se vuelven sedentarias y empiezan a vivir en poblados estables o castros en los inicios del Hierro en zonas relativamente cercanas (Jordá Pardo *et al.*, 2009; Marín, 2009).

Es reseñable la documentación de polen de nogal (*Juglans*) desde *ca.* 5700 cal BP, aunque en SOT-1 y SOT-2 nunca supera valores del 2% (Fig. 1). Generalmente se ha vinculado la aparición del nogal al proceso de romanización del norte peninsular, pues, en la mayoría de secuencias palinológicas de estos territorios es frecuente encontrar este palinomorfo, en especial a partir de *ca.* 2200-2000 cal BP (López Merino *et al.*, 2009b). Sin embargo, en Sotombo el nogal se documenta de una manera más o menos continua *ca.* 5925-2420 cal BP, entre el Neolítico final y la Primera Edad del Hierro. Probablemente, este hecho indica la presencia relicta y autóctona de esta especie en el área de estudio, quizá en cotas más bajas del piso colino.

En los espectros polínicos de SOT-1 y SOT-2 también se documenta la presencia de encinares (*Quercus* perennifolio), cuyos bajos porcentajes (0-1,3%) señalan con toda seguridad una distribución regional en el piso colino, que no local (López Sáez *et al.*, 2010). Formarían parte de la vegetación termófila propia de desfiladeros y cerros calizos poco propicios para el desarrollo de los caducifolios, en suelos pobres y secos (Costa Tenorio *et al.*, 2005).

Otros elementos con gran presencia en el diagrama palinológico de Sotombo *ca.* 5925-2420 cal BP son los pinares, fundamentalmente *Pinus sylvestris*, que llega a alcanzar 40,2% en SOT-2 *ca.* 2710 cal BP; aunque en general los valores de este palinomorfo se mantienen en torno a 10-25% en este marco cronológico. Estas coníferas no serían los bosques dominantes en el entorno próximo de la turbera, pues estudios de lluvia polínica actual indican que sólo valores superiores al 60% permiten señalar la presencia de bosques desarrollados a escala local (López Sáez *et al.*, 2013a).

En cuanto a los elementos propios de la vegetación de la turbera de Sotombo, los palinomorfos más representativos en SOT-1 y SOT-2 son Cyperaceae (<10%), Ranunculaceae, *Drosera* y *Calluna* (1-2%). Estos porcentajes podrían ser indicativos de una tendencia climática hacia condiciones de mayor aridez. Significativa es también la identificación de dos microfósiles no polínicos, *Glomus* cf. *fasciculatum* y *Pseudoschizaea circula* (Fig. 2), testimonios de la xericidad

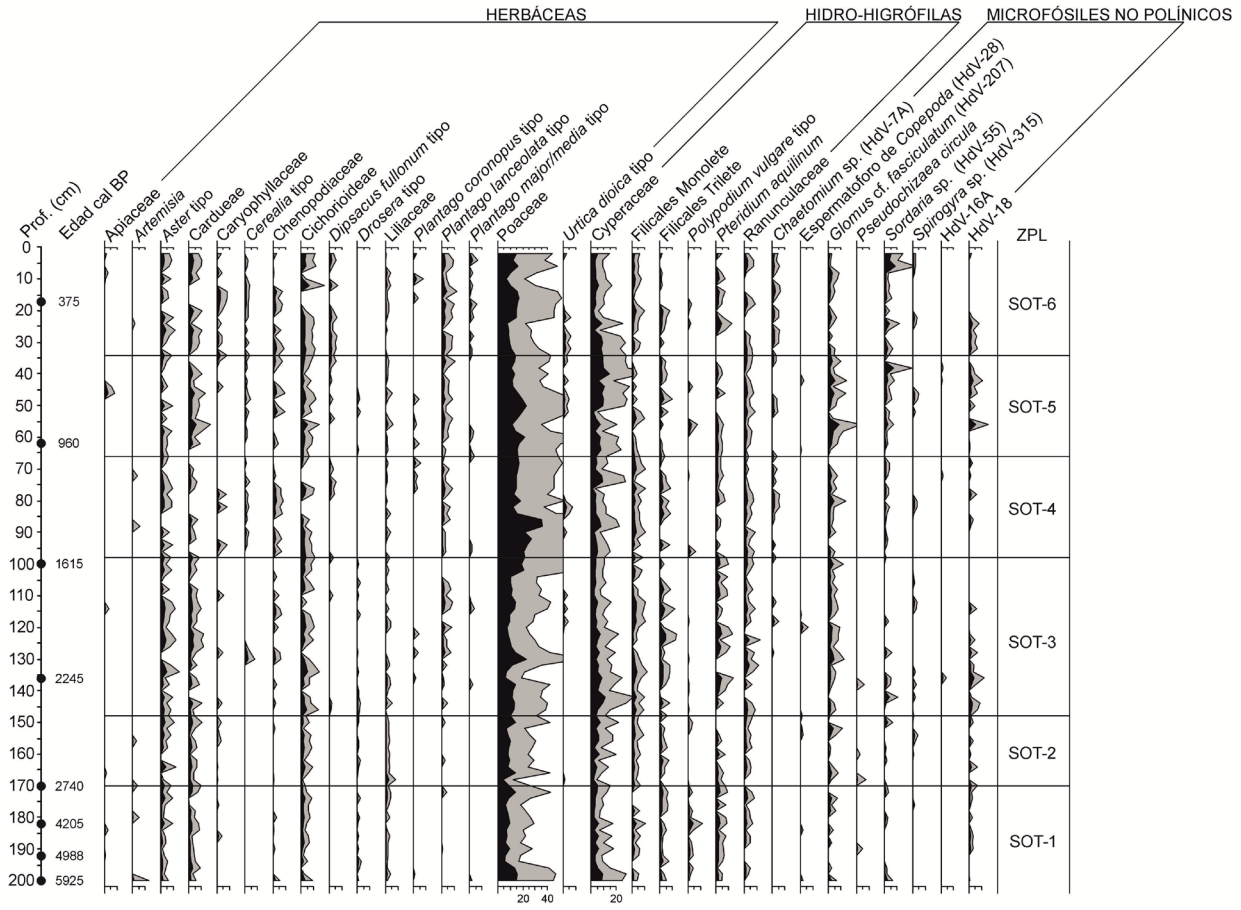

Figura 2. Diagrama palinológico de herbáceas, hidro-higrófilas y microfósiles no polínicos de la turbera de Sotombo.

reinante y de procesos erosivos superficiales probablemente relacionados con la actividad antrópica.

3.2. Los Collados del Asón entre la Segunda Edad del Hierro y la Edad Media (ca. 2420-595 cal BP)

La parte central del registro de la turbera de Sotombo incluye las zonas polínicas SOT-3, SOT-4 y SOT-5; datadas entre *ca.* 2420 y 595 cal BP. Se evidencian aquí cambios de interés con respecto a las zonas precedentes. En primer lugar, los bosques caducifolios, que ya se mostraban relativamente aclarados en SOT-1 y SOT-2, manifiestan ahora una notable reducción, disminuyendo la cobertura arbórea por debajo del 50%. Estos hechos se ven fundamentalmente refrendados en la disminución de los porcentajes de *Corylus*, aunque no en los de *Quercus* caducifolio que experimentan un aumento progresivo de sus valores, particularmente en SOT-3 y la primera mitad de SOT-4, cuando los porcentajes de polen arbóreo oscilan entre 35,5-58,1%; lejos por tanto de los máximos alcanzados en SOT-1 y SOT-2. Con posterioridad, *ca.* 1340 y 960 cal BP, en el techo de SOT-4, la cobertura arbórea aumenta de nuevo alcanzando un máximo del 61%, para nuevamente decrecer en la mayor parte de SOT-5. En general, desde un punto de vista cualitativo, la composición de estos bosques caducifolios sería la misma que en SOT-1 y SOT-2 en fechas anteriores. Los palinomorfos más abundantes son de nuevo avellanos (máximo 22,9%) y *Quercus* caducifolio (18,1%), acompañados de otros taxones típicos de estas formaciones húmedas y ombrófilas, como abedules (1,4-6,9%), nogales, fresnos, sauces, tilos y olmos; o de Genista, *Calluna* y Labiatae entre los elementos arbustivos y abundantes pteridófitos. A partir de *ca.* 2420 cal BP (SOT-3) la curva del haya (*Fagus*) se hace continua y progresivamente aumentan los valores de este palinomorfo en las dos zonas posteriores (SOT-4 y SOT-5), alcanzando un máximo de 10,6% *ca.* 1615 cal BP (Fig.s 1 y 2), valores éstos suficientes para admitir el desarrollo local de hayedos en el entorno inmediato de la turbera de Sotombo (Huntley y Birks, 1983; Huntley, 1990; van der Knaap *et al.*, 2005).

Los espectros polínicos de SOT-3, SOT-4 y SOT-5 demuestran sin ambigüedad la relación entre

la expansión de los hayedos y el aumento de la carga ganadera en el Cantábrico Oriental (Fig. 2), advirtiéndose (i) una mayor presencia de taxones de carácter antrópico y nitrófilo como *Aster* (máximos 4,5%), *Dipsacus fullonum* (1,2%), Cardueae (5,8%) y Cichorioideae (5%); (ii) un aumento porcentual generalizado de elementos antropozoógenos claramente vinculados con la actividad pastoril (Behre, 1981), como Chenopodiaceae (3,1%), *Plantago lanceolata* (3,1%), *P. major/media* (1,4%) y *Urtica dioica* (1,4%); pero sobre todo (iii) un aumento reseñable de los valores de *Sordaria* sp. (3,4%) y *Chaetomium* sp. (1,9%), hongos coprófilos que en estas tres zonas polínicas señaladas aparecen de manera más o menos continua, indicando una presión ganadera localizada en la inmediatez de la turbera de Sotombo (López Sáez y López Merino, 2007; Cugny *et al*., 2010; Cugny, 2011).

La citada progresión de los hayedos a partir de SOT-3 conlleva una reducción significativa de los porcentajes de *Pinus sylvestris* tipo (máximo 17,9%; Fig. 2). De hecho, a partir de *ca.* 2420 cal BP los valores porcentuales de los pinares altimontanos decaen bruscamente respecto a SOT-1 y SOT-2, manteniéndose en general siempre por debajo del 20% hasta *ca.* 595 cal BP (SOT-5).

Durante la Segunda Edad del Hierro (*ca.* 2420-2050 cal BP), en los dos tercios inferiores de SOT-3, queda reflejada la perdurabilidad de actividades de pastoreo a través de la presencia de los elementos antropozoógenos y hongos coprófilos antes citados. Una evidencia más del incremento de la antropización a partir de SOT-3 es la aparición de plantas cultivadas por primera vez en la secuencia polínica (Fig. 2).

En el techo de SOT-3 (*ca.* 2050-1580 cal BP), en Época Romana, desaparecen por completo *Plantago lanceolata*, *P. major/media* y *Urtica dioica* así como cualquier vestigio de *Sordaria*, *Chaetomium* y polen de cereal. Tales datos estarían indicando la atenuación o el cese de las actividades de pastoreo y agricultura en el entorno de los Collados del Asón durante la dominación romana.

En SOT-4 (*ca.* 1580-1030 cal BP) y SOT-5 (*ca.* 1030-595 cal BP), durante la Alta y la Baja Edad Media respectivamente (Fig. 2), se recupera la presencia de polen de cereal, alcanzado máximos de 1,2 y 1,5% en cada periodo. A su vez, reaparecen taxones antropozoógenos como *Plantago lanceolata* y *Urtica dioica*, u hongos coprófilos y pirófilos (*Sordaria* sp., *Chaetomium* sp.), que se mantienen de una forma relativamente estable en ambas zonas polínicas. Esta información permitiría admitir la recuperación de actividades agrícolas y pastoriles en el entorno de los Collados del Asón al iniciarse la Edad Media.

Estos datos señalan además la Alta Edad Media como un período de intensa transformación del paisaje en relación con procesos de apropiación sistemática de los espacios de montaña por parte de las comunidades locales que, a partir de este momento, se van articulando en torno a aldeas que perduran durante la Baja Edad Media. De hecho, al final del SOT-5, *ca.* 650 cal BP, *Sordaria* alcanza un máximo de 7,2%, que coincide con el progreso del avellano (*Corylus*), cuyo carácter colonizador secundario le permite alcanzar valores máximos (24%) al final de la Baja Edad Media, en un momento en que las formaciones de *Quercus* caducifolio se ven seriamente afectadas por la actividad ganadera (mínimo 5%).

3.3. Los Collados del Asón durante la Edad Moderna y Contemporánea (ca. 595 cal BP-actualidad)

La parte superior de la secuencia de Sotombo, correspondiente a la zona polínica SOT-6, aunque muestra le persistencia de las formaciones caducifolias (robledales y hayedos) descritas en las zonas polínicas precedentes, éstas ahora manifiestan una reducción muy importante de sus valores porcentuales. El haya (*Fagus*) mantiene porcentajes superiores al 5% *ca.* 595-265 cal BP, aunque a partir de esta última fecha disminuyen bruscamente por debajo del 2%, señalando así una retracción notable de los hayedos a nivel local (Huntley, 1990). Dinámica semejante sigue *Quercus* caducifolio, cuyos valores se recuperan al inicio de SOT-6 (11-13%) para decaer bruscamente (4-5%) *ca.* 400 cal BP. Todo ello está relacionado con una nueva intensificación de las actividades humanas en los espacios de montaña de los Collados del Asón (Fig.s 1 y 2): i) aumento porcentual de elementos indicadores de un mayor impacto humano (*Aster*, Cichorioideae, Cardueae, Caryophyllaceae y *Dipsacus fullonum*) (Behre, 1981); ii) incremento de la actividad ganadera en el entorno inmediato de la turbera, lo cual se traduce en una mayor representatividad de palinomorfos antropozoógenos (*Plantago lanceolata*, *P. major/media* y *Urtica dioica*) y hongos coprófilos (*Sordaria*, *Chaetomium*) (Sjögren, 2006; López Sáez y López Merino, 2007; Sjögren y Lamentowicz, 2008); iii) progreso de los paisajes de tipo pastizal (incremento de Poaceae con máximos entre 15-17%); y, iv) continuación de las actividades agrícolas medievales con la documentación continuada de polen de Cerealia (1%).

La confluencia de las actividades antrópicas an-

tes descritas provoca la retracción de los bosques caducifolios, pero también el desarrollo de los brezales, alcanzando *Erica* y *Calluna* en SOT-6 sus valores máximos (20-38 y 4,4% respectivamente) en todo el registro polínico (Fig. 1). Es pues en estos momentos, durante los cuatro o tres últimos siglos cuando se origina el paisaje que actualmente domina en los Collados del Asón, entorno inmediato de la turbera de Sotombo. Es decir, amplias zonas de pastizal, muy explotadas desde el punto de vista ganadero, y probablemente también quemadas de manera recurrente (*Chaetomium* puede ser considerado también un hongo carbonícola y por tanto indicador de incendios de origen antrópico; López Sáez *et al.*, 1998); un paisaje básicamente dominado por amplios brezales y tojares xerófilos (Genista: 2-6%) como los descritos en la presentación del área de estudio y en otras secuencias polínicas regionales (López Sáez *et al.*, 2013b; Pérez Díaz *et al.*, 2016) en este marco cronológico del Holoceno final.

Sobre las mismas fechas, en torno a 440 cal BP, los valores de *Pinus sylvestris* se elevan de 3% a casi un 10%, manteniéndose relativamente constantes hasta el final de la secuencia polínica. En paralelo, Cyperaceae reducen sus porcentajes del 8 al 3%, desapareciendo del registro los microfósiles no polínicos HdV-18 y HdV-28. Indudablemente, estos datos señalarían una importante bajada del nivel freático en la turbera, relacionada con condiciones de más xericidad que en momentos precedentes (van Geel, 2006).

4. Conclusiones

• Los estudios palinológicos se revelan como una herramienta de gran interés a la hora de abordar problemáticas como la composición y evolución de la vegetación, las condiciones climáticas y la incidencia de las actividades humanas en espacios de montaña, que resultan ser áreas especialmente interesantes tanto desde el punto de vista paleoambiental como en relación con las ocupaciones humanas.

• La turbera de Sotombo señala una gran presencia de bosques caducifolios desde su formación (*ca.* 5925 cal BP) hasta *ca.* 2420 cal BP, junto con pinares a escala regional. Sin embargo, la presencia de taxones antrópicos nitrófilos, antropozoógenos y hongos coprófilos señala que estos espacios de montaña fueron probablemente explotados para actividades pastoriles al menos desde el Neolítico final.

• Durante la Segunda Edad del Hierro (*ca.* 2420-2050 cal BP) se produce un incremento de las actividades antrópicas, tanto relativas al pastoreo como a cultivos de cereales, lo que parece estar en el origen del retroceso arbóreo. Estas actividades pudieron además favorecer el desarrollo de los hayedos, presentes con anterioridad, pero que desde este momento alcanzan un desarrollo notable en los bosques cantábricos.

• En Época Romana (*ca.* 2050-1580 cal BP) las evidencias de prácticas agroganaderas decrecen notablemente, hasta el punto de que muchos taxones indicadores de tales actividades llegan a desaparecer. Este fenómeno pudo deberse a los cambios de índole socioeconómica que se impusieron en este momento, como la reorganización de la red viaria, la orientación económica encaminada a explotar otro tipo de recursos y el predominio de asentamientos rurales en zonas litorales y prelitorales.

• Durante la Alta y la Baja Edad Media (*ca.* 1580-1030 cal BP y *ca.* 1030-595 cal BP respectivamente) se reactivan las actividades agrícolas y pastoriles en el entorno de los Collados del Asón, originadas por nuevos modelos de explotación de los espacios de montaña que sugieren que estos ambientes jugaban un papel importante en las economías rurales.

• Durante la Edad Moderna y Época Contemporánea (*ca.* 595 cal BP-actualidad) se produce una nueva intensificación en la explotación en el entorno de la turbera de Sotombo, que deriva finalmente en su configuración paisajística actual, caracterizada por la presencia de pastizales montanos.

Referencias

Behre, K.E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. Pollen et Spores, 23, 225-245.

Costa Tenorio, M.; Morla Juaristi, C.; Sainz Ollero, H., 2005. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotáni*ca.* Planeta, Barcelona, 598.

Cugny, C., 2011: Apports des microfossiles non-polliniques à l´histoire du pastoralisme sur le versand nord pyréneén. Entre référentiels actuels et reconstitution du passé. Vol. 1. Texte et figures/ Vol. 2. Illustrations et descriptions de microfossiles, Ph.D. thesis. University Toulouse II Le Mirail, 280.

Cugny, C.; Mazier, F.; Galop, D., 2010. Modern and fosil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): The use

of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. Vegetation History and Archaeobotany, 19, 391-408.

Faegri, K.; Iversen, J., 1989. Text-book of pollen analysis. John Wiley & Sons, Chichester, 328.

Galop, D.; Mazier, F.; López Sáez, J.A.; Vannière, B., 2003. Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées. Archéologie du Midi Médiéval, 21, 159-170.

Huntley, B., 1990. European vegetation history: palaeovegetation maps from pollen data -13.000 yr. BP to present. Journal of Quaternary Science, 5 (2), 103-122.

Huntley, B.; Birks, H.J.B., 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago. Cambridge University Press, Cambridge, 688.

Jordá Pardo, J.F.; Castiñeira, J.R.; Picón, I.; Abad, E.; Marín, C., 2009. Radiocarbon and chronology of the Iron Age hillforts of northwestern Iberia. In: Interpretierte Eisenzeiten Fallstudien, Methoden, Theorie, Tagungsbeiträge der 3 Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie (R., Karl; J., Leskovar, eds.). Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, vol. 22, Oberösterreichischen Landesmuseum, Linz, 81-98.

López Merino, L.; López Sáez, J.A.; Alba Sánchez, F.; Pérez Díaz, S.; Carrión, J.S., 2009a. 2000 years of pastoralism and fire shaping high-altitude vegetation of Sierra de Gredos in central Spain. Review of Palaeobotany and Palynology 158, 42-51.

López Merino, L.; López Sáez, J.A., Sánchez Palencia, F.J., Reher Díez, G.S., Pérez Díaz, S., 2009b. Castaños, nogales y cereales: la antropización de los paisajes de Asturias y León en Época Romana. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 30, 93-99.

López Sáez, J.A.; van Geel, B.; Farbos-Texier, S.; Diot, M.F., 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. Revue de Paléobiologie, 17 (2), 445-459.

López Sáez, J.A.; López Merino, L., 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record. Revista Española de Micropalaeontología, 39, 103-116.

López Sáez, J.A.; Alba Sánchez, F.; López Merino, L.; Pérez Díaz, S., 2010. Modern pollen analysis: a reliable tool for discriminating *Quercus* rotundifolia communities in Central Spain. Phytocoenologia, 40, 57-72.

López Sáez, J.A.; Sánchez Mata, D.; Alba Sánchez, F.; Abel Schaad, D.; Gavilán, R.G.; Pérez Díaz, S., 2013a. Discrimination of Scots pine forests in the Iberian Central System (*Pinus sylvestris* var. ib*erica*) by means of pollen analysis. Phytosociologial considerations. Lazaroa, 34, 191-208.

López Sáez, J.A; Abel Schaad, D.; Alba Sánchez, F.; González Pellejero, R.; Frochoso, M.; Allende, F., 2013b. Contributions to the European Pollen Database. 20. Culazón, Cantabrian Mountains (northern Spain). Grana, 52 (4), 316-318.

López Sáez, J.A.; Alba Sánchez, F.; Sánchez Mata, D.; Abel Schaad, D.; Gavilán, R.G.; Pérez Díaz, S., 2015. A palynological approach to the study of *Quercus* pyrenaica forest communities in the Spanish Central System. Phytocoenologia, 45: 107-124.

Marín, C., 2009. De nómadas a castreños. Los orígenes de la Edad del Hierro en Asturias. En: Arqueología castreña en Asturias (C., Marín; J., Jordá, eds.), UNED, Gijón, 19-44.

Moore, P.D.; Webb, J.A.; Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, London, 216.

Pérez Díaz, S.; López Sáez, J.A.; Pontevedra Pombal, X.; Souto Souto, M.; Galop, D., 2016. 8000 years of vegetation history in the northern Iberian Peninsula inferred from the palaeoenvironmental study of Zalama ombrotrophic bog (Basque-Cantabrian Mountains, Spain). Boreas, DOI: 10.1111/bor.12182.

Reille, M., 1999. Pollen et spores d´Europe et d´Afrique du Nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 535.

Reimer, P.J.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J.W.; Blackwell, P.G.; Bronk Ramsey, C.; Buck, C.E.; Cheng, H.; Edwards, R.L.; Friedrich, M.; Grootes, P.M.; Guilderson, T.P.; Haflidason, H.; Hajdas, I.; Hatté, C.; Heaton, T.J.; Hoffmann, D.L.; Hogg, A.G.; Hughen, K.A.; Kaiser, K. F.; Kromer, B.; Manning, S.W.; Niu, M.; Reimer, R.W.; Richards, D.A.; Scott,

E.M.; Southon, J.R.; Staff, R.A.; Turney, C.S.M.; van der Plicht, J., 2013. Intcal13 and marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon, 55, 1869-1887.

Sjögren, P., 2006. The development of pastures woodland in the southwest Swiss Jura Mountains over 2000 years, based on the three adjacent peat profiles. The Holocene, 16, 210-223.

Sjögren, P.; Lamentowicz, M., 2008. Human and climatic impact on mires: a case study of les Amburnex mire, Swuiss Jura Mountains. Vegetation History and Archaeobotany, 17, 185-197.

Valladares, F.; Camarero, J.J.; Pulido, F.; Gil, E., 2004. El bosque mediterráneo, un sistema humanizado y dinámico. En: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (F. Valladares, ed.). MIMAN, Madrid, 13-25.

van der Knaap, W.O.; Leeuwen, J.F.N.; Finsinger, W.; Gobet, E.; Pini, R.; Schweizer, A.; Valsecchi, V.; Ammann, B., 2005. Migration and population expansion of Abies, *Fagus*, Picea, and *Quercus* since 15000 years in and across the Alps, based on pollen percentage threshold values. Quaternary Science Reviews, 24, 645–680.

van Geel, B. 2001. Non-pollen palynomorphs. En Smol, J.P., Birks, H.J.B. & Last, W.M. (eds.): Tracking environmental change using lake sediments; volume 3: Terrestrial, algal and silicaceous indicators: 99-119. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

van Geel, B., 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. Nova Hedwigia, 82, 313-329