



Seis mil años de gestión y dinámica antrópica en el entorno del Parque Natural de los Collados del Asón (Cordillera Cantábrica Oriental)

Six thousand years of management and anthropic dynamics in Collados del Asón Natural Park (Eastern Cantabrian Range)

Pérez Díaz, S.⁽¹⁾; Núñez de la Fuente, S.⁽²⁾; Frochoso Sánchez, M.⁽³⁾; González Pellejero, R.⁽³⁾; Allende Álvarez, F.⁽⁴⁾; López Sáez J.A.⁽¹⁾

(1) Grupo de Investigación Arqueobiología. Instituto de Historia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. C/ Albasanz, 26-28. 28037, Madrid, España. sebastian.perez@cchs.csic.es.

(2) Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria. Universidad de Cantabria. Avda. de los Castros s/n. 39005, Santander, España.

(3) Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria. Av. de los Castros s/n, 39005, Santander, España.

(4) Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Fco. Tomás y Valiente, 1. Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049, Madrid, España.

Resumen

El conocimiento acerca de la evolución de los espacios de montaña resulta ser una problemática de gran interés tanto desde el punto de vista paleoambiental como en relación con las ocupaciones humanas. En este trabajo analizamos la composición y evolución de la vegetación de la turbera de Sotombo, en las cercanías del Parque Natural de los Collados del Asón (Cantabria) en los últimos 6000 años, a través del estudio de pólenes, esporas y microfósiles no polínicos, apoyados por una serie de 8 dataciones radiocarbónicas. 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 montañas que dominan el paisaje actual.

Palabras clave: Análisis palinológico; Impacto antrópico; Historia de la vegetación; Holoceno; Norte de la Península Ibérica.



Abstract

The knowledge about the evolution of the mountain areas is a very interesting issue from the palaeoenvironmental stand point, but also from the archaeological view in relation with human occupations. In this paper we analyze the composition and evolution of the vegetation of the peat bog of Sotombo, located in the vicinity of the Collados del Asón Natural Park (Cantabria) over the last 6000 years, through the study 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: Palynological analysis; Human impact; Vegetation history; Holocene; Northern Iberian Peninsula.

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. La ocupación de estos territorios fue temprana en el Suroeste de Europa, pues diferentes estudios arqueológicos y paleoambientales así lo muestran al menos desde los inicios del Holoceno (Galop, 1998; Ejarque *et al.*, 2010; Gassiot *et al.*, 2012; Catalán *et al.*, 2013; Lozny, 2013; Gassiot *et al.*, 2014; López Sáez *et al.*, 2014). Las montañas son áreas sensibles y vulnerables a los efectos del cambio climático, y a otros múltiples peligros que pueden verse incrementados o acelerados por éste; es decir, medios muy selectivos por las duras condiciones de vida y su posición marginal en términos de integración económica y toma de decisiones. 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 fisonomía de los paisajes actuales desde una perspectiva diacrónica (Valladares *et al.*, 2004).

Tanto la agricultura de montaña como la explotación de los pastos de altura han estado limitadas severamente por las condiciones climáticas del pasado. Investigaciones previas

han reconocido la pretérita y compleja historia de uso y gestión de las zonas de montaña de la Cordillera Cantábrica, en términos tanto de actividades socio-económicas como de patrones de ocupación durante el Holoceno (López Sáez *et al.*, 2006; Fernández Mier *et al.*, 2013). 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, a distintas escalas temporales en una amplia diacronía, 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).

La apertura de espacios para el pastoreo, mediante rápidas y reiteradas quemadas de suelo, es una de las características comunes de amplios espacios de la media y alta montaña cantábrica (Allende *et al.*, 2014; González Pellejero *et al.*, 2014). Este agrosistema se repite desde el Puerto de Piedrasluengas hasta los Montes Vascos y es frecuente en muchas áreas del piedemonte septentrional astur. La progresiva consolidación de un sistema de asentamientos temporales provocó una esquilmación de los recursos forestales mediante el trasmocheo y apeo de hayedos y robledales para combustible o madera y reduciendo la masa forestal casi al mínimo (Allende *et al.*, 2014). En altura, este sistema

polinuclear generó amplios abertales donde únicamente se significaba el acotamiento de un espacio de siega, reservado para el ensilado invernal y, en ocasiones, una parte se destinaba a la siembra de cereal. El resultado de esta persistente influencia antrópica ha sido un paisaje característico dominado por extensas landas pluriespecíficas de brezales y densos tojares.

En este trabajo presentamos 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 de la montaña cantábrica durante los últimos 6000 años. El devenir histórico del territorio queda impreso en este registro turboso, que constituye una radiografía ambiental de lo ocurrido en muchos puertos medios y altos de la montaña cantábrica.

2. Marco físico y biogeográfico

La turbera de Sotombo se localiza entre los municipios de Arredeondo y Soba (Cantabria),

en la ladera este del Porracolina, en la cuenca del río Asón (UTM 30T, X: 446.959,815, Y: 4.787.812,292, Z: 1290). Está integrada en la vertiente septentrional de las montañas cántabras centro-orientales (Figura 1), en el interfluvio Miera-Asón, a escasos 25 km a vuelo de pájaro al SSE de la bahía de Santander, y a menos de 10 km de la divisoria de aguas con la red del Ebro que, aquí, culmina en Castro Valnera (1717 m). Los Llanos de Sotombo, sobre los que se asienta la turbera, se encuentran en una hombrera levemente inclinada hacia el ESE de la alineación SSW-NNE del Porracolina (1414 m), Pipiones (1343 m) y Peña Lavalle (1034 m), apéndice desplazado hacia el norte de la plataforma del Alto Asón que se apoya en la divisoria de aguas. Esta alineación septentrional es muy disimétrica. Su vertiente norte forma un marcado abrupto, que supera ocasionalmente los 600 m de desnivel, el cual es visible desde la ciudad de Santander. Hacia el SSE, dominada por el Porracolina, se desarrolla la hombrera o dorso de los Llanos de Sotombo. Es un área de escasa pendiente que parte del collado culminante, limitada al SW por lomas alargadas que se alinean a favor de la suave inclinación SE. Esta tendida morfología se interrumpe bruscamente aguas abajo por las

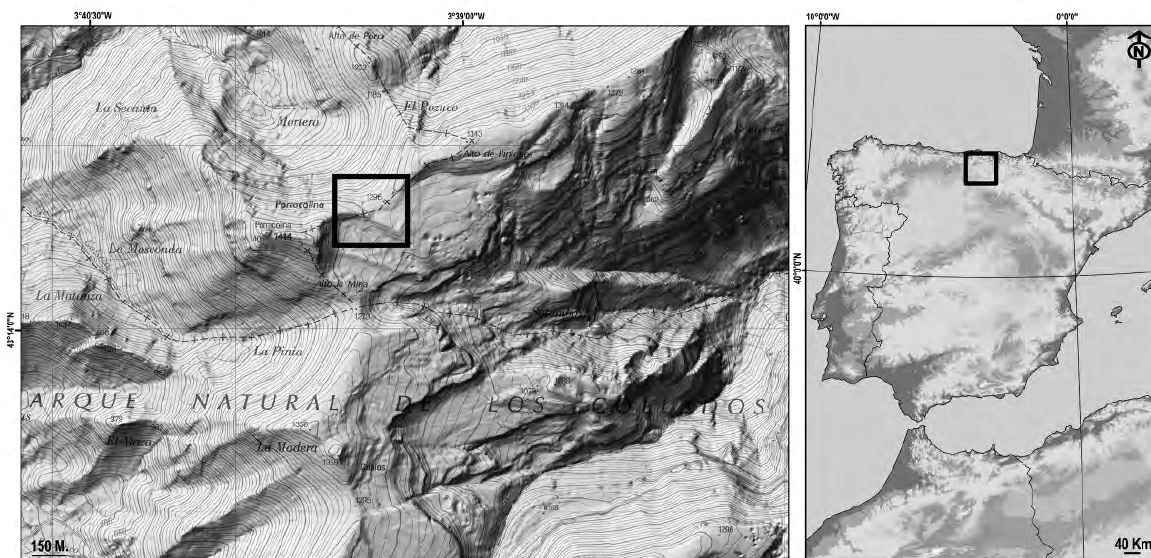


Figura 1. Localización de la turbera de Sotombo.

Figure 1. Location of the Sotombo peat bog.

paredes del barranco de Rolacías, de rumbo E-O, cuyo arroyo circula fuertemente encajado en la búsqueda de su colector el río Asón (Frochoso *et al.*, 2012a).

La plataforma del Alto Asón, y su apéndice septentrional del Porracolina, están edificadas con una litología variada, la del complejo Urgoniense depositado durante el Cretácico Inferior (Barremiense superior-Albiense medio). En este complejo litológico, no sólo se suceden verticalmente los predominantes carbonatados y los materiales detríticos silíceos, más o menos estratificados o masivos, sino que son muy frecuentes las variaciones laterales de facies (García de Mondejar *et al.*, 2004). A partir del límite septentrional del macizo, los materiales se disponen con un suave buzamiento (12 a 15°) hacia el ESE. Desde esas líneas de fracturas, se elevan los escarpes del Porracolina, labrados en una sucesión litológica del Albiense inferior que de muro a techo se compone de areniscas y calizas arenosas, calizas bioclásticas, areniscas y calizas arenosas, areniscas y lutitas, calizas bien estratificadas y, en su tramo culminante, areniscas calcáreas con niveles de calizas bioclásticas. La disposición de las capas, suavemente inclinadas hacia el ESE, y la presencia de tramos impermeables silíceos, tanto en el sector culminante como en el dorso de la vertiente SE, al pie del Porracolina, determina una indecisa y lenta circulación superficial de las aguas en torno a los Llanos de Sotombo, donde se desarrolla la turbera (Frochoso *et al.*, 2013). Es una circulación que en estos tramos altos se verá facilitada, aún más, por la particular morfogénesis de este sector culminante (Frochoso *et al.*, 2012b).

Desde un punto de vista biogeográfico, las montañas del Asón se encuadran dentro de la Región Eurosiberiana, Subregión Atlántico-Medioeuropea, Superprovincia Atlántica, Provincia Cántabro-Euskaldún, Subsector Santanderino-Vizcaíno (Herrera, 1995). Estas montañas forman un sector en el que la vegetación está muy condicionada por la variedad de ambientes a macro y microescala que introduce una abrupta fisiografía, la alternan-

cia de litologías de diferente naturaleza y las condiciones ómicas que oscilan desde las zonas húmedas de los valles bajos a las hiperhúmedas de la divisoria. A lo anterior se une la influencia humana que resulta fundamental rozando, quemando, cortando y pastoreando. Todos estos factores han sido determinantes en la distribución de la vegetación asoniega. En los desfiladeros de la vertiente norte son frecuentes especies termófilas propias de sectores mediterráneos e inclusive de áreas costeras como *Quercus ilex* subsp. *ilex*. En el margen oriental de la plataforma del Asón, en Soba, las margas y materiales silíceos del piso colino favorecen el desarrollo de robledales con *Quercus pyrenaica* y *Q. robur*, que en la actualidad forman bosquetes aislados y pequeñas masas en las vertientes meridional y septentrional del valle. En altura y en los sectores más agrestes de las zonas medias-altas, *Fagus sylvatica* y *Betula alba* ocupan amplios espacios como formaciones puras o mixtas en el caso del haya tanto sobre litologías calcáreas (facies eutrófica) como silíceas (facies oligotrófica). Por su lado, en determinadas laderas muy húmedas y orientadas al norte se desarrollan algunas alisedas de vertiente que, en la actualidad, se encuentran bastante deterioradas. La alternancia litológica unida a la propia disposición de la estructura tectónica de la zona, así como la morfología del relieve, facilita la presencia de comunidades rupícolas dominadas por herbazales en las vertientes más abruptas con fenalares de *Brachypodium pinnatum* subsp. *rupestris* y *Helictotrichon cantabricum*. Estos herbazales, sobre los espolones y laderas calcáreas más expuestas forman en ocasiones mosaicos de *Genista hispanica* subsp. *occidentalis* y *G. legionensis*. Las partes altas, llanas, sobre substratos descarboxatados, quemadas de manera recurrente y pastoreadas tradicionalmente a diente son, hoy en día, superficies cubiertas por densos brezales y tojares xerófilos con *Erica cinerea*, *E. ciliaris*, *E. vagans*, *Ulex galii* subsp. *galli*, *Calluna vulgaris*, entre otras especies. Las áreas más innivadas son ocupadas por brezales crioxerófilos con *Calluna vulgaris*, *Daboecia cantabrica* y *Erica cinerea* y, puntualmente y sobre sectores crioturbandos, la especie dominante es *Erica tetralix*.

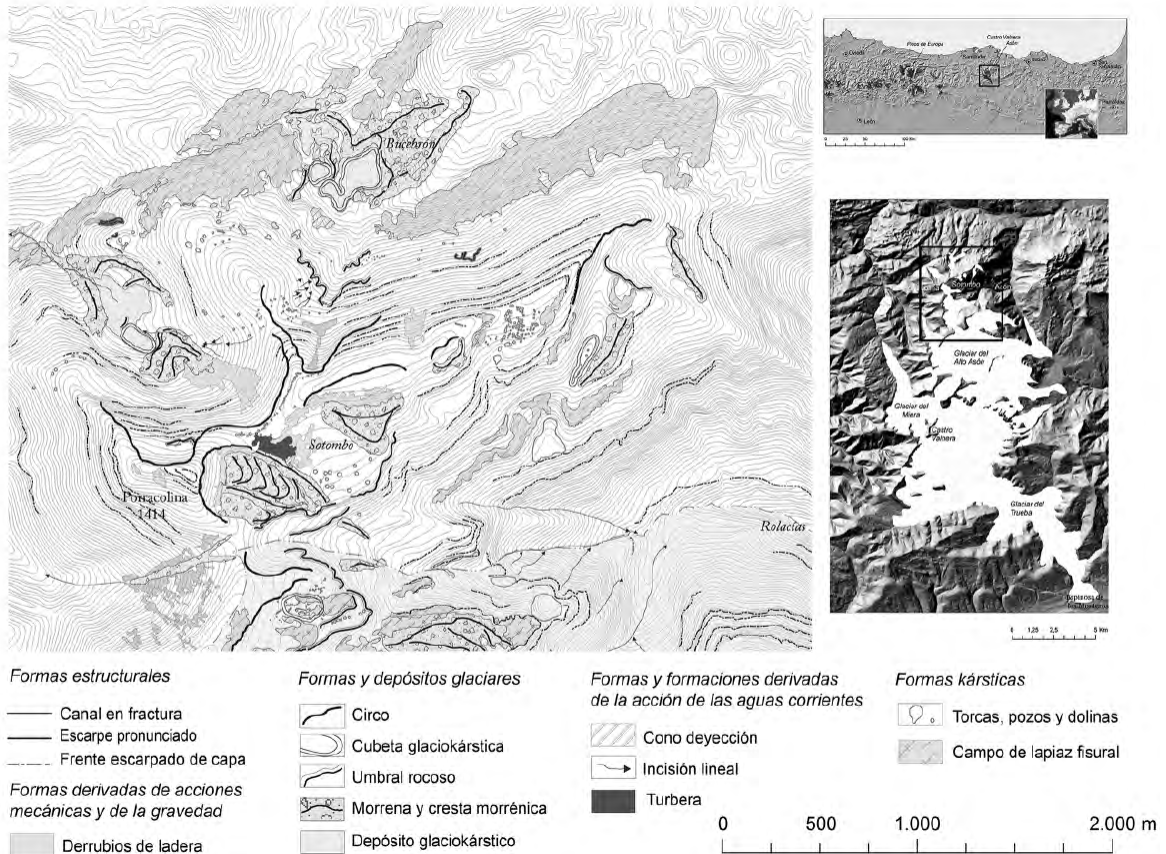


Figura 2. Mapa Geomorfológico de la alineación Porracolina-Pipiones y localización de la turbera de Sotombo.

Figure 2. Geomorphological map of Porracolina-Pipiones summit-line and position of the Sotombo peatbog. Key: *Structural landforms*: Fault line canal. Scarp. Steep rock face. *Mass wasting landforms and deposits*: Scree. *Glacial landforms and deposits*: Cirque. Glaci-karstic trough. Rockbar. Till and morainic ridges. Glaci-karstic deposits. *Running waters landforms*: Alluvial cone. Rill. Peatbog. *Karstic landforms*: Sinholes. Fisural Karrenfield.

En la turbera minerotrófica del collado de Sotombo la vegetación se distribuye en un gradiente en el que alternan los sectores deprimidos y semiencharcados del sector intramorrénico, las áreas pedregosas de los márgenes morrénicos y los tremedales semiencharcados en los desbordamientos del humedal ladera abajo. El primer sector está dominado por comunidades higroturbosas de juncal-equisetal en la que destacan taxones netamente acidófilos como *Eriophorum angustifolium* (ocupan aproximadamente el 20% de la superficie) y de carácter subnitrófilo como *Eleocharis palustris* subsp. *palustris* (30%) o *Schoenus nigricans* (10%). A los anteriores les acompaña un tapiz variable en densidad de *Sphagnum* sp. que, en los secto-

res marginales del encharcamiento, alcanza porcentajes de recubrimiento del 5% y en las áreas deprimidas semiencharcadas supera el 60%. Por otro lado, los derrames del depósito turboso son colonizados por densos herbazales sobre substratos solifluídales activos que conforman vertientes escalonadas. La comunidad es de tipo multiestrato con alternancia de especies propias de medios encharcados como *Carex caudata* (20%) y *Narthecium ossifragum* (10%), taxones de transición netamente nitrófilos como *Potentilla erecta* (10%) y herbáceas típicamente pratenses como *Arrhenatherum elatius* subsp. *sardoum* (20%) y *Festuca rubra* (30%) sobre las áreas menos empapadas.

3. 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. Las distintas secciones sedimentarias recogidas fueron selladas y almacenadas convenientemente a 4°C antes de su submuestreo en laboratorio. 100 muestras de 1 cm³ fueron muestreadas a intervalos de 2 cm. Las características litoestratigráficas del testigo se describen en la Tabla 1, siguiendo a Aaby y Berglund (1986).

Ocho muestras de turba fueron datadas radiocarbónicamente mediante AMS (Tabla 2) en el Centro Nacional de Aceleradores (CNA, Universidad de Sevilla-CSIC) y el laboratorio Beta-Analytic (Miami, Florida, EE.UU.). Las fechas radiocarbónicas fueron calibradas, en fechas cal BP, mediante CALIB 7.1 usando la

curva de calibración IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013). En la Tabla 2 se reseñan los intervalos de confianza de la calibración de cada fecha al 95% (2σ) tras 1000 itineraciones. Estas fechas han sido empleadas para generar un modelo de edad-profundidad, mediante el software Clam 2.2 (Blaauw, 2010), utilizando una interpolación de tipo *smoothing spline curve*.

El tratamiento químico de las 100 muestras sedimentológicas referidas (1 cm³) se ha realizado en las instalaciones del Grupo de Investigación Arqueobiología (CCHS, CSIC), siguiendo la metodología estándar propuesta por Faegry e Iversen (1989), aunque sin acetólisis. No se documentó la presencia de macrofósiles en el testigo sedimentario. 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

Tabla 1. Descripción litoestratigráfica de la turbera de Sotombo según criterios propuestos en Aaby y Berglund (1986).

Table 1. Litostratigraphic description of the peat bog of Sotombo following Aaby and Berglund (1986).

Profundidad (cm)	Tipo de sedimento	Caracterización
0-38	Limo marrón arcilloso moderadamente humificado con detritos herbáceos > 2 mm	Ld ² Dh3 (10YR 5/3)
39-60	Limo marrón oscuro muy humificado con abundantes detritos herbáceos > 2 mm	Ld ⁴ 4 Dh4. (10YR 3/2)
60-68	Turba herbácea con detritos herbáceos > 2 mm	Th ³ 4 Dh1 (10YR 4/2)
68-128	Turba herbácea muy humificada con detritos vegetales > 2 mm	Th ⁴ 4 Dh2 (10YR 2/1)
128-144	Turba herbácea muy humificada con abundantes detritos vegetales > 2 mm	Th ⁴ 4 Dh4 (10YR 4/1)
144-170	Turba herbácea muy humificada con abundantes detritos vegetales > 2 mm y arenas finas	Th ⁴ 4 Dh4 Gmin 3 (10YR 2/1)
170-200	Limo marrón-oscuro muy humificada con restos vegetales > 2 mm y arenas finas	Ld ⁴ 4 Dg2 Gmin 3 (10YR 2/1)

Tabla 2. Dataciones absolutas de la turbera de Sotombo. Todas las fechas han sido calibradas con el programa Calib 7.1 usando la curva IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013).

*Table 2. Absolute radiocarbon dates from the peat bog of Sotombo. All dates have been calibrated using Calib 7.1 calibration program with the IntCal13 curve (Reimer *et al.*, 2013).*

Profundidad (cm)	Código Laboratorio	Edad BP	Edad cal BP	Máxima probabilidad cal BP
15-17	CNA-756	280 ± 30	450-155	375
60-62	CNA-692	1050 ± 40	1060-915	960
98-100	CNA-693	1705 ± 50	1735-1425	1615
134-136	CNA-695	2265 ± 35	2350-2160	2245
168-170	CNA-694	2595 ± 40	2785-2505	2740
180-182	Beta-275688	3810 ± 40	4405-4085	4205
190-192	Beta-275687	4410 ± 40	5275-4860	4990
198-200	CNA-696	5165 ± 40	5995-5760	5925

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), y de la colección de referencia del Grupo de Investigación Arqueobiología del CSIC. En la distinción morfológica de Oleaceae se siguió a Renault Miskovsky *et al.* (1976). La identificación del morfotipo *Cerealia* se ha realizado de acuerdo a Beug (2004) y López Sáez y López Merino (2005). Los microfósiles no polínicos se identificaron según López Sáez *et al.* (1998, 2000) y van Geel (2001). 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.

El procesamiento de los datos y su representación gráfica se realizó mediante los programas TILIA y TGview (Grimm, 1992, 2004); mientras que el análisis estadístico se efectuó con IBM SPSS Statistics 21. Para establecer la zonación de la secuencia polínica, se probaron distintos métodos aglomerativos. Basándonos en el significado ecológico de las zonas obtenidas se definieron 6 zonas polínicas locales (ZPL; Figuras 3 y 4), a partir de un análisis de clúster aglomerativo constreñido de suma incremental de los cuadrados (CONISS) mediante una transformación de los porcentajes a su raíz cuadrada (Grimm, 1987). El número de zonas polínicas estadísticamente significativas se determinó mediante el modelo *broken-stick* (Bennett, 1996).

4. Resultados y discusión

Los datos de la calibración de 8 fechas ¹⁴C (Tabla 2) indican que la formación de la turbera se produce entre 5995-5760 cal BP, documentando por tanto los últimos 6 milenios de historia de la vegetación de estos espacios de montaña cercanos al Parque Natural de los Collados del Asón en Cantabria. En la Tabla 3

se resumen los principales cambios diagnósticos en los espectros polínicos de las seis zonas polínicas locales definidas (Figuras 3 y 4).

4.1. Bosques caducifolios y pinares en la Cordillera Cantábrica ca. 5925-2420 cal BP. Los Collados del Asón entre el Neolítico final y la Primera Edad del Hierro

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%).

Desde un punto de vista de su composición, los bosques entre 5925 y 2420 cal BP estuvieron dominados por elementos caducifolios, pues los palinomorfos más reseñables en el registro de Sotombo en estas fechas son el avellano (*Corylus*, máximo 32,3%) y *Quercus* caducifolia (17,9%). Estos datos permitirían admitir la existencia en los Collados del Asón, en el marco cronológico considerado, probablemente de robledales acidófilos de *Quercus robur* como los que actualmente prosperan en los pisos colino y montano inferior del área (Figura 5). En estos bosques de ombroclima húmedo, ricos en helechos (*Polypodium vulgare*, Filicales trilete y monolete), podrían participar otras especies caducifolias que en los espectros polínicos de SOT-1 y SOT-2 aparecen igualmente representadas con porcentajes bajos, caso del 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%) (Figura 3). Los márgenes de estos bosques, particularmente hacia las crestas o zonas de ladera que no acumulan humedad suplementaria en el suelo, estarían poblados de *Pteridium aquilinum* (0-2,7%), piornos y tojos (*Genista* tipo; 0-5,4%), que constituirían comunidades acidófilas relativamente cerradas. Este tipo de formaciones caducifolias en los espectros polínicos de SOT-1 y SOT-2 coin-

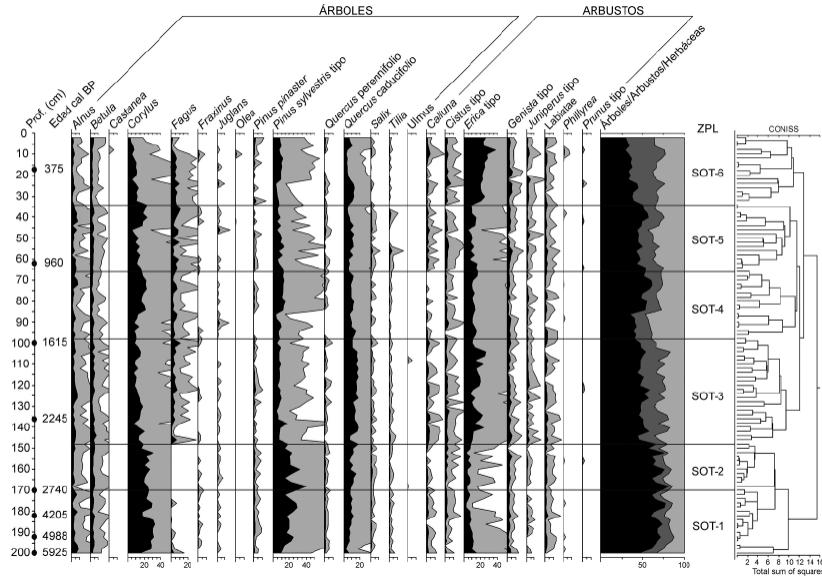


Figura 3. Diagrama palinológico de árboles y arbustos de la turbera de Sotombo. En color negro la curva principal. Se ha aplicado un factor de exageración del 5% (color gris).
 Figure 3. Palynological diagram showing trees and shrubs of the Sotombo peat bog. Black line refers to main curve. We have applied an exaggeration factor of 5% (grey curve).

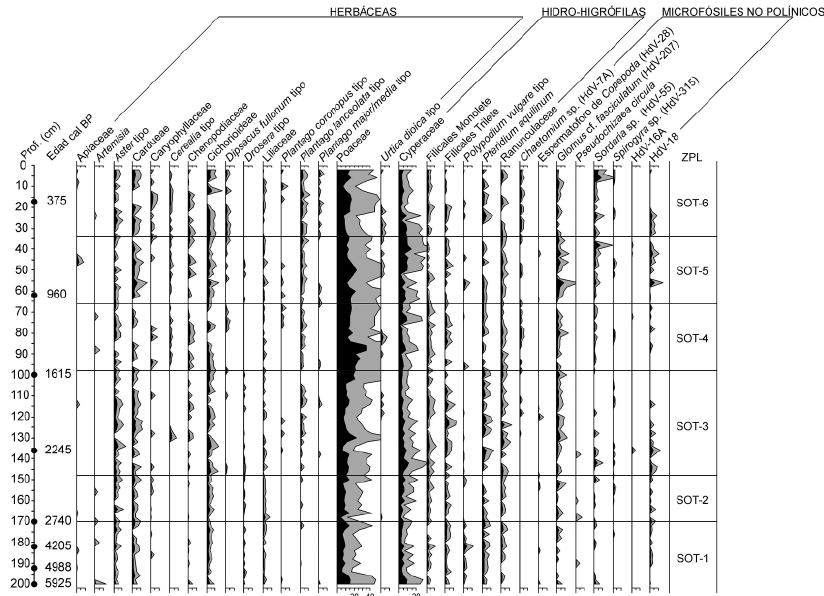


Figura 4. Diagrama palinológico de herbáceas, hidro-higrófilas y microfósiles no polínicos de la turbera de Sotombo. En color negro la curva principal. Se ha aplicado un factor de exageración del 5% (color gris).
 Figure 4. Palynological diagram showing herbs, hydro-hygrophites and non-pollen palynomorphs of the Sotombo peat bog. Black line refers to main curve. We have applied an exaggeration factor of 5% (grey curve).

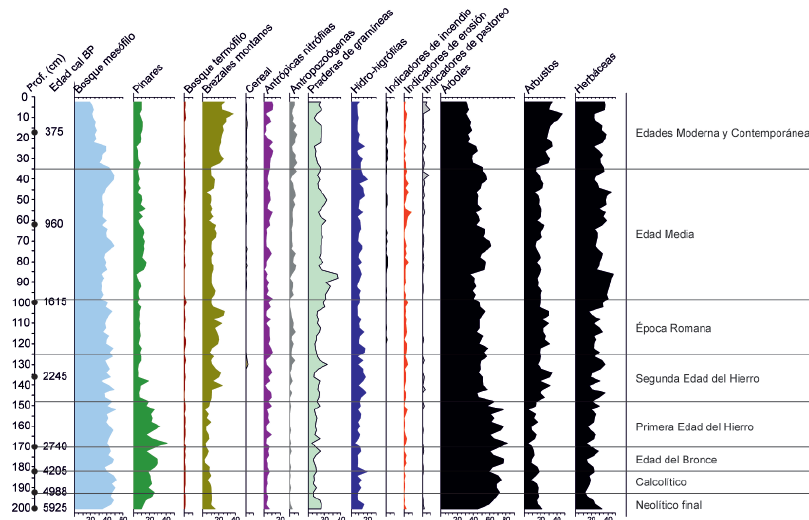


Figura 5. Diagrama palinológico sintético. Bosque mesófilo (*Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Corylus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Quercus caducifolia*, *Salix*, *Tilia*, *Ulmus*). Pinares (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*). Bosque termófilo (*Olea*, *Quercus perennifolia*). Brezal montano (*Erica*). Cereal (*Cerealia*). Antrópicas nitrófilas (*Aster*, *Carduedae*, *Cichorioideae*, *Dipsacus fullonum*). Antrópozoógenas (*Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major/media*, *Urtica dioica*). Praderas de gramíneas (*Poaceae*). Hidro-higrófilas (*Cyperaceae*, *Drossera*, *Filicales monoete*, *Filicales trilete*, *Polypodium vulgare*, *Pteridium aquilinum*, *Ranunculaceae*). Indicadores de incendios (*Chaetomium* sp.), Indicadores de erosión (*Glomus* cf. *fasciculatum*, *Pseudoschizaea circula*), Indicadores de pastoreo (*Sordaria* sp.).

Figura 5. Palynological diagram. Mesophylous forest (*Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Corylus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *deciduous Quercus*, *Salix*, *Tilia*, *Ulmus*). Pinewoods (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*). Termophylous forest (*Olea*, *Quercus perennifolia*). Montane heath (*Erica*). Cereal (*Cerealia*). Nitrophyllous (*Aster*, *Carduedae*, *Cichorioideae*, *Dipsacus fullonum*). Anthropozoogenous (*Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major/media*, *Urtica dioica*). Pasturelands (*Poaceae*). Hydro-hygrophyllous (*Cyperaceae*, *Drossera*, *Filicales monoete*, *Filicales trilete*, *Polypodium vulgare*, *Pteridium aquilinum*, *Ranunculaceae*). Fire indicators (*Chaetomium* sp.). Erosive processes indicators (*Glomus* cf. *fasciculatum*, *Pseudoschizaea circula*), livestock indicators (*Sordaria* sp.)

cide con lo documentado en la mayoría de secuencias polínicas de la Cordillera Cantábrica en el mismo marco cronológico, como en las meridionales de Valle de La Nava (Menéndez Amor, 1968), Puerto de San Isidro (Fombella *et al.*, 2001, 2004) y Leitariagos (García Rovés *et al.*, 2001, 2004), o en las septentrionales de Cueto de la Avellanosa (Mariscal, 1983), Pico Sertal (Mariscal, 1986, 1987), Estacas de Trueba (Mariscal, 1987, 1995), Puerto de Riofrío (Florschütz y Menéndez Amor, 1962; Menéndez Amor y Florschütz, 1963), Pico Ano (Salas, 1993), Lago Enol (Moreno *et al.*, 2011), Los Tornos (Peñalba, 1989) y Zalama (Pérez Díaz *et al.*, 2016), entre otras.

Otros elementos caducifolios documentados son los alisos (*Alnus glutinosa*), 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 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. De hecho, en la actualidad, en las laderas húmedas de la margen derecha del barranco de Rolacías, aguas abajo pero cerca de la turbera, se conoce una aliseda de vertiente (Herrera, 1995).

Tabla 3. Descripción de las zonas polínicas de la turbera de Sotombo indicando los valores máximos de los taxones más significativos. Las edades están expresadas en años cal BP.

Table 3. Description of the pollen zones at Sotombo peat bog indicating the maximum values of the most representative taxa. Chronology is cited in years cal BP.

ZPL (Profundidad)	Árboles	Arbustos	Herbáceas	Hidro-higrófilas	Microfósiles no polínicos
SOT-6 (0-34 cm) 595 cal BP-actualidad	Retroceso (44,7%) Retroceso de <i>Corylus</i> y <i>Fagus</i> <i>Pinus sylvestris</i> : 11,3% <i>Quercus caducifolia</i> : 13,3% Aparición de <i>Castanea</i> y <i>Olea</i>	Incremento (47%) Expansión de <i>Erica</i> <i>Genista</i> : 6,2%	Retroceso (38%) Dominio de Poaceae (7,8-15,1%) Cichorioideae: 6,3% <i>Cerealia</i> : 1,3%	16,40% Retroceso de Cyperaceae	Incremento de <i>Sordaria</i> sp. (8,5%) Retroceso de <i>Glomus cf. fasciculatum</i> Mayor presencia de <i>Chaetomium</i> sp.
SOT-5 (34-66 cm) 1030-595 cal BP	56,60% <i>Corylus</i> : 23,7% <i>Pinus sylvestris</i> : 14% <i>Quercus caducifolia</i> : 12,8% <i>Fagus</i> : 10,6%	24,30% Retroceso de <i>Erica</i> (14,8%) <i>Genista</i> : 6,4% <i>Juniperus</i> : 4,2% Incremento de <i>Calluna</i> (3,8%)	44,10% Dominio de Poaceae (22,9%) Cardueae: 5,8% <i>Cerealia</i> : 1,5%	19,70% Incremento de Cyperaceae (14,6%) Filicales Monolete: 3,5% Filicales Trilete: 2,3%	Incremento de <i>Glomus cf. fasciculatum</i> (8,5%) Incremento de <i>Sordaria</i> sp. (7,2%) Incremento de HdV-18 (3,5)
SOT-4 (66-98 cm) 1580-1030 cal BP	Incremento (61,4%) <i>Corylus</i> : 22,9% <i>Pinus sylvestris</i> : 15,3% <i>Quercus caducifolia</i> : 13,6% <i>Fagus</i> : 7,2%	21,30% Dominio de <i>Erica</i> (17%) <i>Cistus</i> : 4,5% <i>Genista</i> : 4,3% Retroceso de <i>Calluna</i> (1,4%)	46,70% Dominio de Poaceae (35,8%) Presencia de <i>Cerealia</i> (1,2%) Inicio curva continua <i>P. lanceolata</i>	13,30% Dominio de Cyperaceae (7,6%) Filicales Monolete: 3,7% Filicales Trilete: 2,8% Desaparece <i>Drossera</i>	<i>Glomus cf. fasciculatum</i> : 4,5% Inicio curva continua <i>Sordaria</i> sp. Presencia discontinua de <i>Chaetomium</i> sp. Retroceso de HdV-18
SOT-3 (148-98 cm) 2420-1580 cal BP	Retroceso (58,1%) Descenso de <i>Corylus</i> : 20% <i>Quercus caducifolia</i> : 18,1% Descenso de <i>Pinus sylvestris</i> : 17,8% Expansión de <i>Fagus</i> (10,6%)	33,80% Incremento de <i>Erica</i> (26,6%) <i>Cistus</i> : 4,8% Incremento de <i>Calluna</i> : 4% Labiatae: 4%	40% Dominio de Poaceae: 23,1% <i>Aster</i> : 4,9% Cardueae: 4,1% Aparición de <i>Cerealia</i> tipo (2,6%)	17,80% Cyperaceae: 11,2% <i>Pteridium aquilinum</i> : 4,7% Filicales Trilete: 4,3% Filicales Monolete: 4,1%	<i>Glomus cf. fasciculatum</i> : 4,2% HdV18: 4,1% <i>Sordaria</i> sp.: 3,4% Aparición de <i>Chaetomium</i> sp.
SOT-2 (148-170 cm) 2740-2420 cal BP	81,60% <i>Pinus sylvestris</i> : 40,2% <i>Corylus</i> : 30,5% <i>Quercus caducifolia</i> : 17,9% <i>Betula</i> : 5,2%	16,10% Retroceso de <i>Erica</i> (9,4%) <i>Cistus</i> : 3,7% <i>Genista</i> : 5,4% <i>Calluna</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Phillyrea</i> : <2%	29,80% Dominio de Poaceae: 13,9% <i>Aster</i> : 3,6% Cardueae: 3,6%	11,20% Cyperaceae: 7,3% Filicales Monolete: 3,1% <i>Pteridium aquilinum</i> : 2,3% Filicales Trilete: 2,3%	<i>Glomus cf. fasciculatum</i> : 3,7% <i>Sordaria</i> sp.: 2,1% HdV-18: 2,2%
SOT-1 (170-200 cm) 5925-2740 cal BP	77,50% <i>Corylus</i> : 32,3% <i>Pinus sylvestris</i> : 29,2% <i>Quercus caducifolia</i> : 12,1% <i>Alnus</i> : 8,2%	21,70% Dominio de <i>Erica</i> (15,6%) Labiatae: 3,6% <i>Cistus</i> tipo: 3,6% <i>Calluna</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Phillyrea</i> : <2,5%	33,20% Dominio de Poaceae: 14,8% Cardueae: 3,3% <i>Aster</i> : 2,9% Cichorioideae: 2,9%	17,20% Cyperaceae: 9,4% <i>Polypodium vulgare</i> tipo: 3,8% Filicales Monolete: 3,6% <i>Pteridium aquilinum</i> : 3%	<i>Glomus cf. fasciculatum</i> : 2,4% <i>Sordaria</i> sp.: 2,1% HdV-18: 2,1%

A pesar de lo dicho, es importante señalar que *ca.* 5925-2420 cal BP el porcentaje de *Quercus* caducifolio no es demasiado elevado: 3,6-12,4% en SOT-1 y 7,2-17,9% en SOT-2. De acuerdo a estudios de lluvia polínica actual, emprendidos en formaciones caducifolias semejantes (robleales), tales valores (<20%) 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 (Figura 4) 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). También se ha constatado la acción del fuego que afectó a algunos sectores arbolados de estos montes. En los niveles sedimentarios más altos de las morrenas de los Collados del Asón, se describe la existencia de un paleosuelo sepultado, de 0,5 m de potencia y bajo 2 m de material detrítico (Frochoso *et al.*, 2013), de color negruzco y con gran abundancia de pequeños fragmentos de carbón vegetal. Son carbones sedimentarios de *Quercus robur* que permiten deducir la existencia, primero, de un robleal que, tras ser incendiado, dejó en el suelo los fragmentos leñosos carbonizados y, posteriormente, los procesos erosivos de vertiente los sepultaron con material detrítico procedente de las áreas más elevadas. Este paleosuelo con carbones fue datado entre *ca.* 3970-3720 cal BP.

De acuerdo a lo anterior, estos espacios de montaña de los Collados del Asón fueron probablemente explotados para actividades pastoriles entre el Neolítico final y la Edad del

Bronce (SOT-1) así como en la Primera Edad del Hierro (SOT-2). Tales datos coinciden con la síntesis de López Sáez *et al.* (2006), quienes señalan las primeras evidencias claras de antropización en el conjunto de la Cordillera Cantábrica a partir del VI milenio cal BP, vinculadas a actividades de trashumancia de corto recorrido (González Álvarez, 2013). En el registro del Lago Enol, tales hechos se detectan hacia 4650 cal BP, en relación con fuegos de origen antrópico, deforestación y pastoreo (Moreno *et al.*, 2011); todo ello a colación de la ocupación efectiva de estos territorios de alta montaña cantábrica durante el Calcolítico (Arias, 1994, 1995). El uso del fuego como elemento deforestador ha sido confirmado también *ca.* 3500-3000 cal BP en el sondeo de Belbín (Ruiz Fernández *et al.*, 2016a, 2016b), durante el Bronce final, por un máximo de partículas de microcarbones; coincidente con lo documentado en las secuencias polínicas de La Mata y Enol (Jalut *et al.*, 2010; Moreno *et al.*, 2011). Sin embargo, también se ha señalado la coincidencia de fuegos con circunstancias climáticas que los favorecían (ciclos Bond) para estas mismas fechas. Así, Pérez Obiol *et al.* (2016) señalan en lugares próximos a Sotombo, en La Molina (Puente Viesgo, Cantabria), la coincidencia de estos ciclos Bond, especialmente Bond-3 (4500-4000 cal BP) y Bond-4 (*ca.* 5500 cal BP) con la acumulación de microcarbones sedimentados en la turbera que analizan.

La evidencias de antropización en Sotombo son si cabe más importantes en SOT-2, durante la Primera Edad del Hierro (*ca.* 2740-2420 cal BP), cuando se incrementan ligeramente los valores de los palinomorfos antrópicos antes citados (Figura 5). Estos hechos pueden ponerse en correlación con un cambio cultural importante que sucede en el ámbito de estas montañas cantábricas, al transformarse las sociedades nómadas de la Edad del Bronce en otras poblaciones 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).

Muy significativos en SOT-1 y SOT-2 son los elevados porcentajes que alcanza *Corylus* en ambas zonas (14,8-32,3% en la primera, 16,5-30,5% en la segunda), que de alguna manera mediatizan los porcentajes relativos de otros palinomorfo como *Quercus caducifolia* (Figura 3). Ciertamente es, en cualquier caso, que el avellano es un elemento muy frecuente en los registros palinológicos cantábricos desde los inicios del Holoceno. En el del Lago Enol sus porcentajes se incrementan a partir de 9750 cal BP como consecuencia de un aumento de la humedad ambiental (Moreno *et al.*, 2011); dinámica ésta igualmente observada en el del vecino Lago de la Ercina (Menéndez Amor, 1975) o en el del Lago de Ajo (Allen *et al.*, 1996). En la Sierra de los Ancares, la expansión del avellano es algo más tardía en el registro de Suárbol (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997), probablemente por su situación a menor altitud (1080 m). En Sotombo únicamente tenemos información a partir de ca. 6000 cal BP, al igual que ocurre en los registros noroccidentales citados, *Corylus* es un elemento fundamental en los espectros polínicos entre 5925 y 2420 cal BP. El avellano es un gran productor polínico, especialmente en situaciones soleadas, y su floración invernal favorece además una gran dispersión polínica (Erdmant, 1969). Por ello, en el seno de bosques relativamente abiertos, como los antes descritos en Sotombo, no resulta raro que sus porcentajes sean elevados como consecuencia de la apertura forestal causada por las actividades antrópicas, donde esta especie se comportaría como un colonizador secundario (Bégeot, 1998). En este sentido, la relativa abundancia de *Erica* (2,1-15,6%) (Figura 3; Tabla 3) podría ponerse en relación con las etapas de sustitución de las formaciones caducifolias, creadas y mantenidas mediante la acción combinada del fuego y del pastoreo antes citado; que no sólo permitirían el desarrollo de los brezales sino también de pastizales duros de *Brachypodium* (Poaceae).

Del mismo modo, también 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% (Figura 3).

Usualmente se ha vinculado la aparición del nogal al proceso de romanización del norte peninsular, pues, en la mayoría de secuencias palinológicas de estos territorios, este palinomorfo es frecuente junto al castaño (*Castanea*), y 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 otros registros cantábricos también se ha documentado polen de nogal en momentos prerromanos, caso del yacimiento arqueológico litoral de La Riera (Leroi Gourhan, 1986), en los valles interiores como en la turbera de Alto de la Espina (López Merino *et al.*, 2011), y también en zonas más elevadas de montaña como en las secuencias polínicas de la depresión de Comeya (Ruiz Zapata *et al.*, 2001), Puerto de Leitariegos (García Rovés *et al.*, 2001, 2004) y Zalama (Pérez Díaz *et al.*, 2016).

En los espectros polínicos de SOT-1 y SOT-2 también se documenta la presencia de encinares (*Quercus perennifolia*), 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); donde formarían parte de la vegetación termófila propia de desfiladeros y cerros calizos en zonas de relieve escarpado y fuerte pendiente, poco propicios para el desarrollo de los caducifolios, en suelos pobres y secos (Costa Tenorio *et al.*, 2005). Estos encinares cantábricos constituirían formaciones relictas que han sido documentadas, a lo largo del Holoceno, en numerosas secuencias polínicas del norte peninsular (Ramil Rego *et al.*, 1996; López Merino, 2009). Algunos palinomorfo documentados en Sotombo en porcentajes bajos (*Prunus*, *Cistus*, *Phillyrea*), formarían parte de estas comunidades perennifolias. Tales formaciones perennifolias se documentan, con valores semejantes, en las zonas posteriores (SOT-3 a SOT-6) entre la Segunda Edad del Hierro y la actualidad.

Además de los caducifolios hasta ahora citados, otros elementos con gran presencia en el diagrama palinológico de Sotombo *ca.* 5925-2420 cal BP son los pinares, fundamentalmente *Pinus sylvestris* tipo, 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 (Figura 3). 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). Probablemente, estos pinares formarían una banda de vegetación situada por encima del bosque caducifolio, en el piso subalpino, junto a enebrales rastreros (*Juniperus*; 0-2,2%). La presencia de estos bosques en zonas elevadas de la Cordillera Cantábrica es un tema largamente discutido. Desde el Tardiglacial y los inicios del Holoceno, la mayoría de los estudios paleobotánicos del norte de la Península Ibérica indican que los pinos jugaron un papel importante en la recuperación postglacial de los bosques (Menéndez Amor y Florschütz, 1963; Hannon, 1985; Watts, 1986; Muñoz Sobrino *et al.*, 2007, López Merino, 2009; Rubiales *et al.*, 2010, 2012). En el caso concreto de la Cordillera Cantábrica, son numerosísimas las evidencias palinológicas que demuestran la importancia de los pinares durante el Holoceno inicial y medio (Menéndez Amor y Florschütz, 1963; Menéndez Amor, 1968; Peñalba, 1989; Belet, 1993; Allen *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 1996, 1997; Santos *et al.*, 2000; Iriarte *et al.*, 2001, 2003; García Rovés *et al.*, 2001; García Rovés, 2007; Moreno *et al.*, 2011; Pérez Díaz *et al.*, 2016), en las mismas fechas que en el registro paleoambiental de Sotombo.

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, Ranunculaceae, *Drosera* y *Calluna* (Figura 4). Los bajos porcentajes del primero (<10%) y la continuidad de la brechina (1-2%) y Ranunculaceae, probablemente es-

tarían indicando una tendencia climática hacia condiciones de mayor aridez, tal y como se ha confirmado en el registro de Enol (Moreno *et al.*, 2011). Significativa es también la identificación más o menos constante de dos microfósiles no polínicos, *Glomus* y *Pseudoschizaea circula* (Figura 5), testimonios de la xericidad reinante y de procesos erosivos superficiales probablemente relacionados con la actividad antrópica; cuya presencia contrasta con la escasez de los tipos HdV-28 (espermátóforos de *Copepoda*) y HdV-18, que cuando las condiciones son húmedas presentan valores muy elevados (van Geel *et al.*, 1989; Mighall *et al.*, 2006; van Geel, 2006).

4.2. Expansión de los hayedos y actividad ganadera en 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. Ésta manifiesta algunos cambios paisajísticos de interés con respecto a las zonas precedentes. En primer lugar, los bosques caducifolios, que ya se mostraban relativamente aclarados como se dijo en SOT-1 y SOT-2, manifiestan ahora una notable reducción, disminuyendo la cobertura arbórea por debajo del 50%. En cualquier caso, estos hechos se ven fundamentalmente refrendados en la disminución de los porcentajes de *Corylus*, que 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 de 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 la ya comentada en SOT-1 y SOT-2 en fechas anteriores. Los palinomorfos más abundan-

tes son de nuevo avellanos (máximo 22,9%) y *Quercus caducifolia* (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 (Figura 5).

A diferencia de lo documentado entre el Neolítico final y la Primera Edad del Hierro, 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 (Figura 3; Tabla 3). Este fenómeno de expansión de los hayedos en el Holoceno final ha sido ampliamente documentado en Europa central y meridional, incluyendo numerosas áreas de la Península Ibérica como los Pirineos, la Cordillera Cantábrica o el Sistema Ibérico (Peñalba, 1989; Galop y Jalut, 1994; Galop, 1998; Jalut *et al.*, 1998; Magri, 1998; Ramil Rego *et al.*, 2000; Ralska Jasiewiczowa *et al.* 2003; García Antón *et al.*, 2006; López Merino *et al.*, 2008; Pérez Díaz *et al.*, 2016); en general vinculado a perturbaciones de origen antrópico derivadas de un aumento de la actividad pastoral, que en el caso del registro de Sotombo se documentan a partir de la Segunda Edad del Hierro.

Los espectros polínicos de SOT-3, SOT-4 y SOT-5 demuestran sin ambigüedad tal relación entre expansión de los hayedos y un aumento de la carga ganadera en el Cantábrico Oriental (Figura 4), 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* (3,4%) y *Chaetomium* (1,9%), hongos coprófilos que en estas tres zonas po-

líticas señaladas aparecen de manera más o menos continua, que no discontinua como en SOT-1 y SOT-2, 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). *Fagus sylvatica* es una especie relativamente dependiente de perturbaciones para poder establecerse con éxito (Iversen, 1973; Watts, 1973); de tal manera que un paisaje más abierto debido a actividades pastorales, como el que parece dominar el entorno de Sotombo en estos momentos, podría haber permitido el desarrollo de sus bosques mediante la creación de condiciones óptimas para su regeneración (Björkman, 1999). Esto le permitiría formar bosques mixtos con otras formaciones de árboles caducifolios en un principio, y más tarde bosques casi monoespecíficos de hayas. En estas tres zonas polínicas señaladas el porcentaje de *Fagus* es casi siempre superior al 3-5%, valores 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).

El origen de estos hayedos documentados en Sotombo parece estar claramente vinculado con la existencia de áreas refugio para el haya en el norte peninsular. De hecho, como se dijo, *Fagus* está presente en SOT-1 y SOT-2 ca. 5925-2420 cal BP, no siendo hasta SOT-3 ca. 2420 cal BP cuando esta formación forestal comienza a ser preponderante en el entorno inmediato de la turbera (Figura 3). Aunque tradicionalmente se ha aceptado una migración de los hayedos en dirección W-E a través del continente europeo (Peñalba, 1989), en la actualidad un creciente número de hallazgos paleobotánicos y estudios genéticos sugieren que el haya es una especie autóctona de la flora de la Península Ibérica, muy bien representada en el registro fósil durante el Cuaternario (Carrión *et al.*, 2010; González Sampériz *et al.*, 2010). Durante las épocas de clima más adverso, sus poblaciones subsistieron acantonadas en áreas refugio localizadas principalmente en el noroeste, Cordillera Cantábrica, País Vasco, Cataluña y

el Sistema Ibérico (Martínez Atienza y Morla Juaristi, 1992; Rodríguez Guitián *et al.*, 1996; Ramil Rego *et al.*, 2000; Costa Tenorio *et al.*, 2005; Magri *et al.*, 2006; López Merino *et al.*, 2008). Desde estas áreas refugio se expandió en el Holoceno final, primero en el Pirineo Occidental *ca.* 4500-4000 cal BP y más tarde en los Montes Vascos y Cordillera Cantábrica *ca.* 3500 cal BP.

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%; Figura 4), a pesar de que hayas y pinos probablemente no compartieran el mismo piso bioclimático. 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), salvo un pequeño repunte en el techo de SOT-4. Tales hechos pueden deberse a dos razones fundamentales. De un lado, ese incremento sustancial de la antropización que se observa en estas áreas de montaña de los Collados del Asón a partir de la Segunda Edad del Hierro, particularmente un aumento del pastoreo (Figura 5). De otro, una tendencia climática, a partir del Holoceno medio, hacia condiciones más térmicas, que probablemente habría provocado el retroceso de los pinares y el desarrollo de formaciones caducifolias (robledales y hayedos); tal y como se ha descrito en registros polínicos regionales del tramo oriental cantábrico, caso de las turberas de Zalama, Los Tornos y Culazón (Peñalba, 1989; López Sáez *et al.*, 2013b; Pérez Díaz *et al.*, 2016), en Lago de Ajo en la parte central de la Cordillera Cantábrica (Allen *et al.*, 1996), o en la turbera del Alto de la Espina en Asturias (López Merino *et al.*, 2011). La constante presencia de *Glomus* entre SOT-3 y SOT-5, junto al carácter esporádico y los bajos valores de los tipos HdV-18 y HdV-28, confirmarían estas características climáticas señaladas; que en el caso concreto del contexto turboso probablemente derivaran en condiciones meso-eutróficas, fruto de la disminución del nivel freático y del enriquecimiento en materia orgánica por la

antropización, hechos constatados por la presencia de *Spirogyra* (López Sáez *et al.*, 1998; van Geel, 2006).

Durante la Segunda Edad del Hierro (*ca.* 2420-2050 cal BP), en los dos tercios inferiores de SOT-3, la presencia de los elementos antropozógenos y hongos coprófilos antes citados es constante (Figura 4), reflejando la permanencia de actividades de pastoreo trasterminante documentadas en las zonas precedentes. Una evidencia más en relación con el incremento señalado de la antropización a partir de SOT-3, es la aparición por primera vez en la secuencia polínica de plantas cultivadas. Entre *ca.* 2140 y 2070 cal BP se ha identificado polen de cereal (Figura 4); si bien sus valores (0,6-2,6%) no permiten admitir el cultivo local de cereales junto a la turbera aunque sí en su proximidad (Diot, 1992; López Sáez y López Merino, 2005). Tales prácticas antrópicas habría permitido, a su vez, el progreso de ciertos matorrales seriales propios de las etapas degradativas de estos bosques caducifolios, como los brezales (*Erica*), cuyo porcentaje se incrementa notablemente en SOT-3 (máximo 26,6%). Este cómputo de evidencias de antropización está sin duda relacionado con las ocupaciones humanas del entorno. Si bien es cierto que escasean los yacimientos excavados y estudiados en su integridad, así como las dataciones absolutas de los mismos, también lo es que diversos proyectos de prospección y análisis integral del hábitat en el Alto Asón han puesto de relieve la existencia de numerosos hallazgos de índole arqueológica de estos momentos de la Segunda Edad del Hierro (Ruiz Cobo *et al.*, 2007).

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 (Figura 4; Tabla 3), a pesar de que ciertos palinomorfos antrópico-nitrófilos están presentes (*Aster*, *Cardueae*, *Cichorioideae*). Evidentemente, 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. Estos hechos pueden explicarse atendiendo a varias razones: i) en primer lugar, que en Época Romana el trasiego ganadero se reguló y controló a través de pasos específicos incluidos en la red viaria de *Hispania* (González Álvarez, 2011), de la cual quedaron fuera probablemente los praderíos de Sotombo; ii) la implantación romana en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica fue relativamente escasa, más tardía que en la meridional, y fundamentalmente vinculada a la explotación del hierro y, más al oeste, de mineralizaciones auríferas (Domergue, 1990; López Merino *et al.*, 2011, 2014); y, iii) toda vez que la minería del oro perdió importancia con la conquista romana de la Dacia, las actividades económicas se diversificaron y comenzaron a ganar importancia asentamientos rurales y centros urbanos situados lejos de estos ambientes de alta montaña, particularmente en zonas litorales y prelitorales (Fernández Ochoa y Gil Sendino, 2008; Pérez Díaz y López Sáez, 2015).

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 (Figura 4; Tabla 3), 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 (*Sordaria*, *Chaetomium*), que se mantienen de una forma relativamente estable en ambas zonas polínicas. Estos datos permitirían admitir la recuperación de actividades agrícolas y pastoriles en el entorno de los Collados del Asón al iniciarse la Edad Media (Figura 5).

Diversos estudios sobre los paisajes medievales cantábricos han resaltado la importancia de los espacios de montaña como lugares explotados de manera compleja y siempre integral, a través de diversas fórmulas de movilidad ganadera y explotación agrícola (Fernández Mier *et al.*, 2013; González Pellejero *et al.*, 2014). Estos estudios ponen en cuestión conceptos como la 'marginalidad' o la caracterización como 'lugares periféricos' de las montañas cantábricas, re-

saltando finalmente que su explotación deriva claramente en procesos de gestión pormenorizada de los espacios de montaña (Fernández Mier y Quirós Castillo, 2015). Esta gestión se manifiesta, en el caso de Sotombo, en la coexistencia de bosques, fuente permanente de recursos como madera, frutos, etc. y espacios abiertos utilizados como pastizales estacionales destinados a actividades agro-ganaderas (máximo de Poaceae 35%, ca. 1410-1375 cal BP, inicios de la Edad Media). Estas dinámicas se asemejan a otros procesos registrados en diferentes áreas del norte de la Península Ibérica. Investigaciones desarrolladas en Galicia, Asturias y País Vasco (Ballesteros Arias, 2010; Quirós Castillo, 2012, Fernández Mier *et al.*, 2014; Fernández Mier y Quirós Castillo, 2015), señalan 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 formas aldeanas que se mantendrán 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 caducifolia* se ven seriamente afectadas por la actividad ganadera (mínimo 5%).

4.3. El desarrollo de los brezales y la configuración paisajística actual. 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, muestra la persistencia de las formaciones caducifolias (robleales y hayedos) descritas en las zonas polínicas precedentes; aunque 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 éstos disminuyen bruscamen-

te por debajo del 2%; señalando así una retracción notable de los hayedos a nivel local (Huntley, 1990) en los tres últimos siglos, que probablemente empezarían a desaparecer de la zona alta de los Collados del Asón, donde se sitúa la turbera de Sotombo, para quedar restringidos a otras menos elevadas del piso colino o montano inferior. Dinámica semejante sigue *Quercus caducifolia*, cuyos valores se recuperan al inicio de SOT-6 (11-13%) para decaer bruscamente (4-5%) ca. 400 cal BP. Algo parecido le ocurre a *Corylus*.

La dinámica forestal señalada en el párrafo anterior está relacionada con una nueva intensificación de las actividades humanas en los espacios de montaña de los Collados del Asón, tal y como se documenta en la secuencia polínica por diversos hechos (Figuras 3 y 4; Tabla 3): i) aumento porcentual de elementos antrópicos y nitrófilos como *Aster*, Cichorioideae, Cardueae, Caryophyllaceae o *Dipsacus fullonum*, que indicarían un mayor impacto humano (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%). De hecho, hasta mediados del pasado siglo se estuvieron cultivando en Sotombo cereales de ciclo corto (*Triticum es-canda*). A ello hay que añadir el efecto que tuvieron sobre hayedos y robledales las demandas procedentes de la construcción naval, de la Real Fábrica de Armas de Liérganes y La Cavada y de las múltiples ferrerías del valle, que requirieron grandes volúmenes de madera y leña durante esta época.

La confluencia de las actividades antrópicas antes descritas provoca, como se señaló, 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 (Figura 3; Tabla 3). Es pues en estos momentos, durante los cuatro o tres últimos siglos si tenemos en cuenta el momento en que comienza el declive de *Quercus caducifolia* o del haya, cuando se origina el paisaje que actualmente domina en los Collados del Asón en el entorno inmediato de la turbera de Sotombo. Es decir, amplias zonas de pastizal, muy pastoreadas, 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.

Curiosamente, 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). Esta fase de desarrollo del pinar, a nivel regional, probablemente se inició durante un episodio frío y seco muy característico de la Pequeña Edad del Hielo ca. 400 cal BP (Bradley y Jones, 1993; Manrique y Fernández Cancio, 2000); sin descartar que también pueda tener relación con que estos bosques sufrieran un menor impacto de las actividades de pastoreo. A nivel regional, igualmente, con toda seguridad a cotas más bajas, el diagrama palinológico de Sotombo (Figura 3) muestra algunas evidencias del cultivo del olivo (*Olea*) ca. 225 cal BP y del castaño (*Castanea*) ca. 180 cal BP.

5. 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.
- El estudio palinológico de 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, perdurando durante el Calcolítico, Edad del Bronce y Primera Edad del Hierro.
- 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 otros tipos 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, originados 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 montañosos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los organismos e instituciones que han favorecido el desarrollo de este trabajo, especialmente a la Dirección General de Montes de la Consejería de Desarrollo rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad del Gobierno de Cantabria, por su apoyo financiero y por la ayuda logística a través de la Guardería de Montes y Biodiversidad, y al Plan Nacional I+D+i, CSO2009-14116-CO3-02. Sebastián Pérez Díaz está financiado por el Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad en I+D+i en la modalidad Juan de la Cierva-Incorporación.

Bibliografía

- Aaby, B.; Berglund, B.E. (1986). Characterization of peat and lake deposits. En: *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (B.E. Berglund, ed.). John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 231-246.
- Allen, J.R.M.; Huntley, B.; Watts, W.A. (1996). The vegetation and climate of north-west Iberia over the last 14.000 yr. *Journal of Quaternary Sciences*, 11, 125-147. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1417\(199603/04\)11:2<125::AID-JQS232>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1417(199603/04)11:2<125::AID-JQS232>3.0.CO;2-U)
- Allende, F.; Frochoso, M.; Gómez, G., González Pellejero, R., López, N., Madrazo García de

- Lomana, G.; Sáez Pombo, E. (2014). Una aproximación al análisis comparativo de los paisajes forestales de la cordillera Cantábrica y del Sistema Central. *Ería*, 94, 161-182.
- Arias, P. (1994). El Neolítico de la región cantábrica. Nuevas perspectivas. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 24 (1-2), 91-118.
- Arias, P. (1995). La cronología absoluta del Neolítico y el Calcolítico de la región cantábrica. Estado de la cuestión. Cuadernos de Sección. *Prehistoria-Arqueología*, 6, 15-39.
- Ballesteros Arias, P. (2010). La arqueología rural y la construcción de un paisaje agrario medieval: el caso de Galicia. En: *Por una arqueología agraria. Perspectivas de investigación sobre espacios de cultivo en las sociedades medievales hispánicas* (H. Kirchner, ed.). BAR International Series, Oxford, 25-39.
- Bégeot, C. (1998). Le comportement pollinique du noisetier (*Corylus avellana*), son rôle comme indicateur d'impacts anthropiques? L'exemple d'un transect dans le sud du Jura. *Acta Botanica Gallica*, 145, 271-277. <https://doi.org/10.1080/12538078.1998.10516307>
- Belet, J.M. (1993). *Étude palynologique de la tourbière de La Mata (Monts Cantabriques; Nord-Ouest de l'Espagne)*. D.E.A., Université Toulouse-Le Mirail, Toulouse, 43 pp.
- Behre, K.E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, 225-245.
- Bennett, K.D. (1996). Determination of the number of zones in a biostratigraphical sequence. *New Phytologist*, 132 (1), 155-170. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb04521.x>
- Beug, H.J. (2004). *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete [1964]*. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 542 pp.
- Björkman, L. (1999). The establishment of *Fagus sylvatica* at the stand-scale in southern Sweden. *The Holocene*, 9, 237-245. <https://doi.org/10.1191/095968399668494320>
- Blaauw, M. (2010). Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, 5, 512-518. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.01.002>
- Bradley, R.S.; Jones, P.D. (1993). Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene*, 3-4, 367-376. <https://doi.org/10.1177/095968369300300409>
- Carrión, J.S.; Fernández, S.; González Sampériz, P.; Gil Romera, G.; Badal, E.; Carrión Marco, Y.; López Merino, L.; López Sáez, J.A.; Fierro, E.; Burjachs, F. (2010). Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 458-475. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.12.007>
- Catalán, J.; Pèlach, A.; Gassiot, E.; Antolín, F.; Ballesteros, A.; Batalla, M.; Burjachs, F.; Buchaca, F.; Camarero, L.; Clemente, I.; Clop, X.; García, D.; García, V.; Giralt, S.; Jordana Lluç, L.J.; Madella, M.; Mazzucò, N.; Mur, E.; Ninyerola, M.; Obea, L.; Oltra, J.; Pérez-Obiol, R.; Piqué, R.; Pla-Rabés, S.; Rondón, C.R.; Rodríguez, J.M.; Rodríguez, D.; Sáez, A.; Soriano, J.M. (2013). Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici a lo largo de los últimos 15.000 años. En: *Projectos de Investigación en parques nacionales 2009-2012* (Ramírez, L; Asensio, B, eds.). Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 71-92.
- Costa Tenorio M.; Morla Juaristi C.; Sainz Ollero, H. (2005). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta, Barcelona, 598 pp.
- Cugny, C. 2011: *Apports des microfossiles non-polliniques à l'histoire du pastoralisme sur le versant nord pyrénéen. 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 pp.
- Cugny, C.; Mazier, F.; Galop, D. (2010). Modern and fossil 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. <https://doi.org/10.1007/s00334-010-0242-6>
- Diot, M.F. 1992. Études palynologiques des blés sauvages et domestiques issus de cultures expérimentales, En: *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques* (P.C. Anderson, ed.). Monographie du CRA, 6. Centre de Recherches Archéologiques, Éditions du C.N.R.S., Sophia-Antipolis, 107-111.
- Domergue, C. (1990). *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. École Française de Rome, Roma, 696 pp.

- Ejarque, A.; Miras, Y.; Riera, S.; Palet, J.M.; Orengo, H.A. (2010). Testing micro-regional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: a palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37, 1468-1479. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.01.007>
- Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology, morphology, taxonomy, ecology. An introduction to the study of pollen grains and spores*. Verlag Munksgaard, Copenhagen, 486 pp.
- Faegri, K.; Iversen, J. (1989). *Text-book of pollen analysis*. John Wiley & Sons, Chichester, 328 pp.
- Fernández Mier, M.; López Gómez, P.; González Álvarez, D. (2013). Prácticas ganaderas en la Cordillera Cantábrica. Aproximación multidisciplinar al estudio de las áreas de pasto en la Edad Media. *Debates de Arqueología Medieval*, 3, 167-219.
- Fernández Mier, M.; Fernández Fernández, J.; Alonso González, P.; López Sáez, J.A.; Pérez Díaz, S.; Hernández Beloqui, B. (2014). The investigation of currently inhabited villages of medieval origin: Agrarian archaeology in Asturias (Spain). *Quaternary International*, 346, 41-55. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.032>
- Fernández Mier, M.; Quirós Castillo, J.A. (2015). El aprovechamiento de los espacios comunales en el noroeste de la Península Ibérica entre el período romano y medieval. *Il capitale culturale*, XII, 689-717.
- Fernández Ochoa, C.; Gil Sendino, F. (2008). La villa romana de Veranes (Gijón, Asturias) y otras villas de la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica. En: *Las villae tardorromanas en el occidente del Imperio. Arquitectura y función* (C. Fernández Ochoa; V. García Entero; F. Gil Sendino, eds.). Trea, Gijón, 435-480.
- Florschütz, F.; Menéndez Amor, J. (1962). Beitragsur Kenntnis der quaternären Vegetationsgeschichte Nordspaniens". Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, 37, 68-73.
- Fombella, M.A.; Andrade, A.; Puente, E.; Penas, A.; Alonso, E.; Matías, R.; García Rovés, E. (2001). Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación en la turbera del Puerto de San Isidro (León, España). En: *Palinología: Diversidad y Aplicaciones* (M.A. Fombella Blanco; D. Fernández González; R.M. Valencia Barrera, eds.). Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León, 79-86.
- Fombella, M.A.; García Rovés, E.; Puente, E. (2004). Environmental and climatic changes inferred from the pollen sequence of San Isidro, León, NW Spain. *Polen*, 14, 483-484.
- Frochoso, M.; González Pellejero, R.; Allende, F.; Martínez Aguirre, A. (2012a). Morfología glacial y postglacial en la Parque Natural de los Collados del Asón (Cantabria). En: *Avances de la geomorfología en España 2010-2012: Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología: Santander: 17-20 de septiembre de 2012* (A. González Díez, coord.). Publican Ediciones, Santander, 609-612.
- Frochoso, M.; González Pellejero, R.; Allende, F. (2012b). Cartografía morfológica del Parque Natural de los Collados del Asón (Cantabria). En: *Avances de la geomorfología en España 2010-2012: Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología: Santander: 17-20 de septiembre de 2012* (A. González Díez, coord.). Publican Ediciones, Santander, 51-54.
- Frochoso, M.; González Pellejero, R.; Allende, F. (2013). Pleistocene glacial morphology and timing of Last Glacial Cycle in Cantabrian Mountains (Northern Spain) new chronological data from the Asón Area. *Central European Journal of Geoscience*, 5 (1), 12-27. <https://doi.org/10.2478/s13533-012-0117-8>
- Galop, D. (1998). *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Geode, Toulouse, 285 pp.
- Galop, D.; Jalut, G. (1994). Differential human impact and vegetation history in two adjacent Pyrenean valleys in the Ariège basin, southern France, from 3000 BP to present. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3, 225-244. <https://doi.org/10.1007/BF00195199>
- 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. <https://doi.org/10.3406/ami-me.2003.1407>
- García Antón, M.; Gil Romera, G.; Pagés, J.L.; Alonso Millán, A. (2006). The Holocene pollen record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, North Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237, 280-292. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.12.004>
- García de Mondéjar, J.; Fernández Mendiola, P.A.; Agirrezabala, L.M.; Aranburu, A.; López Horgue, M.A.; Iriarte, E.; Martínez de Rituerto,

- S. (2004). El Aptiense-Albiense de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En: *Geología de España* (J.A. Vera, ed.). SGE-IGME, Madrid, 291-296.
- García Rovés, E. (2007). *Dinámica de la Paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglacial y Holoceno en secuencias sedimentarias de la Provincia de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León, León, 247 pp.
- García Rovés, E.; Puente, E.; Ruiz Zapata, M.B.; Marcos, L. (2001). Primeros resultados palinológicos de la turbera del Puerto de Leitariegos, provincia de León. En: *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española -A.P.L.E-* (S. Moreno Grau; B. Elvira Rendueles; J.M. Moreno, eds). Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 283-290.
- García Rovés, E.; Fombella, M.A.; Puente, E. (2004). Vegetation changes during the last 13000 years BP in Leitariegos Pass, NW Spain. *Polen*, 14, 490-491.
- Gassiot, E.; Rodríguez, D.; Burjachs, F.; Antolín, F.; Ballesteros, A. (2012). Poblamiento, explotación y entorno natural de los estadios alpinos y subalpinos del Pirineo central durante la primera mitad del Holoceno. *Cuaternario y Geomorfología*, 26 (3-4), 29-45.
- Gassiot, E.; Rodríguez, D.; Pèlachs, A.; Pérez-Obiol, R.; Julià, R.; Bal-Serín, M.-C.; Mazzucco, N. (2014). La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental. *Trabajos de Prehistoria*, 71 (2), 261-281. <https://doi.org/10.3989/tp.2014.12134>
- González Álvarez, D. (2011). Vías romanas de montaña entre Asturias y León. La integración de la Asturias transmontana en la red viaria de Hispania. *Zephyrus*, 67, 171-192.
- González Álvarez, D. (2013). Traditional pastoralism in the Asturian mountains: an ethnoarchaeological view on mobility and settlement patterns. *British Archaeological Reports International Series*, Oxford, 202-208.
- González Pellejero, R.; Allende, F.; López Sáez, J.A.; Frochoso, M.; Alba Sánchez, F.; Abel Schaad, D. (2014). Dinámicas naturales y antrópicas en los paisajes vegetales de los valles internos de Cantabria occidental (norte de España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 65, 139-165.
- González Sampériz, P.; Leroy, S.A.G.; Carrión, J.S.; Fernández, S.; García Antón, M.; Gil García, M.J.; Uzquiano, P.; Valero Garcés, B.; Figueiral, I. (2010). Steppes, savannahs, forests and phytodiversity reservoirs during the Pleistocene in the Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 427-457. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2010.03.009>
- Grimm, E.C. (1987). Coniss: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers and Geosciences*, 13, 13-35. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(87\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0098-3004(87)90022-7)
- Grimm, E.C. (1992). *Tilia, version 2*. Illinois State Museum. Research and Collection Center. Springfield, IL 62703.
- Grimm, E.C. (2004). *TGView*. Illinois State Museum. Springfield, IL 62703.
- Hannon, G.E. (1985). *Late Quaternary vegetation of Sanabria Marsh (North West Spain)*. PhD Thesis. Trinity College, Dublin.
- Herrera, M. (1995). Estudio de la vegetación y flora vascular de la cuenca del río Asón (Cantabria). *Guineana*, 1, 1-435.
- 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. <https://doi.org/10.1002/jqs.3390050203>
- 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 pp.
- Iriarte, M.J.; Muñoz Sobrino, C.; Ramil Rego, P.; Rodríguez Guitián, M. (2001). Análisis palinológico de la turbera de San Mamés de Abar (Burgos). En: *Palinología: Diversidad y Aplicaciones* (M.A. Fombella; D. Fernández; R.M. Valencia, eds.). Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León, 87-93.
- Iriarte, M.J.; Ramil Rego, P.; Muñoz Sobrino, C. (2003). El registro postglacial de dos turberas situadas en el norte de la provincia de Burgos. *Polen*, 13: 55-68.
- Iversen, J. (1973). The development of Denmark's nature since the last glacial. *Danmarks Geologiske Undersøgelse Række*, 345-445.
- Jalut, G.; Galop, D.; Belet, J.M.; Aubert, S.; Esteban Amat, A.; Bouchette, A.; Dedoubat, J.J.; Fontugne, M. (1998). Histoire des forêts du versant nord des Pyrénées au cours de 30000 dernières années. *Journal Botanique de la Société Botanique Française*, 5, 73-84.
- Jalut, G.; Turu, V.; Dedoubat, J.J.; Otto, T.; Ezquerro, J.; Fontugne, M.; Belet, J.M.; Bonnet, L.; García de Celis, A.; Redondo Vega, J.M.; Vidal Romani, J.R.; Santos, L. (2010). Palaeoenvironmental studies in NW Iberia (Cantabrian range): Vegetation history and synthetic approach

- of the last deglaciation phases in the western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297, 330-350. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.08.012>
- 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.
- Leroi Gourhan, A. (1986). The palynology of La Riera cave. *Anthropological Papers*, 36, 59-64.
- López Merino, L. (2009). *Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- López Merino, L.; López Sáez, J.A.; Ruiz Zapata, M.B.; Gil García, M.J. (2008). Reconstructing the history of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the north-western Iberian Range (Spain): From Late-Glacial refugia to the Holocene anthropic-induced forests. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2008.04.003>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.07.003>
- 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 Merino, L.; Martínez Cortizas, A.; López Sáez, J.A. (2011). Human induced changes on wetlands: a study case from NW Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 30, 2745-2754. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.06.004>
- López Merino, L.; Martínez Cortizas, A.; Reher, G.S.; López Sáez, J.A.; Mighall, T.M.; Bindler, R. (2014). Reconstructing the impact of human activities in a NW Iberian Roman mining landscape for the last 2500 years. *Journal of Archaeological Science*, 50; 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.07.016>
- 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.; van Geel, B.; Martín Sánchez, M. (2000). Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. En: *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica. Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX, Vila-Real, Portugal, setembro de 1999* (V. Oliveira Jorge, coord.). Adecap, Porto, 11-20.
- López Sáez J.A.; López Merino, L. (2005). Precisiones metodológicas acerca de los indicios paleopolinológicos de agricultura en la Prehistoria de la Península Ibérica. *Portugalia*, 26, 53-64.
- López Sáez, J.A.; López García, P.; López Merino, L. (2006). El impacto humano en la Cordillera Cantábrica: Estudios palinológicos durante el Holoceno medio. En: *Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera. Zona Arqueológica 7, Vol I* (J.M. Maíllo; E. Baquedano, eds.). Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, 122-131.
- 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. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2010/0040-0430>
- 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. *iberica*) by means of pollen analysis. Phytosociological considerations. *Lazaroa*, 34, 191-208. https://doi.org/10.5209/rev_LAZA.2013.v34.n1.43599
- 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. <https://doi.org/10.1080/00173134.2013.768700>

- López Sáez, J.A.; Abel Schaad, D.; Pérez Díaz, S.; Blanco González, A.; Alba Sánchez, F.; Dorado, M.; Ruiz Zapata, B.; Gil García, M.J.; Gómez González, C.; Franco Múgica, F. (2014). Vegetation history, climate and human impact in the Spanish Central System over the last 9,000 years. *Quaternary International*, 353, 98-122. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.06.034>
- 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. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2014/0044-0572>
- Lozny, L.R. (2013). *Continuity and change in cultural adaptation to Mountain Environments. From Prehistory to Contemporary Threats*. Springer, Nueva York, 410 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5702-2>
- Magri, D. (1998). Quaternary history of *Fagus* in the Italian Peninsula. *Annali di Botanica*, 56, 147-154.
- Magri, D.; Vendramin, G.G.; Comps, B.; Dupanloup, I.; Geburek, T.; Gömöry, D.; Latalowa, M.; Litt, T.; Paule, L.; Roure, J.M.; Tantau, I.; van der Knaap, W.; Petit, R.J.; de Beaulieu, J.L. (2006). A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171, 199-221. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01740.x>
- Manrique, E.; Fernández Cancio, A. (2000). Extreme climatic events in dendroclimatic reconstructions from Spain. *Climatic Change*, 44, 123-138.
- 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.
- Mariscal, B. (1983). Estudio polínico de la turbera del Cueto de la Avellanosa, Poblaciones (Cantabria). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe: Revistade Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular*, 5, 205-228.
- Mariscal, B. (1986). Análisis polínico de la turbera del Pico Sertal, de la Sierra de Peña Labra. Reconstrucción de la paleoflora y de la paleoclimatología durante el Holoceno en la zona oriental de la Cordillera Cantábrica". En: *Quaternary climate in Western Mediterranean. Proceedings of the Symposium on climatic fluctuations during the Quaternary in Western Mediterranean Regions* (F. López Vera, ed.). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 205-220.
- Mariscal, B. (1987). *Estudio palinológico de la flora holocénica de Cantabria, aspectos paleoclimáticos*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense. Madrid.
- Mariscal, B. (1995). La vegetación de Cantabria en los últimos 5.000 años, según el análisis polínico de la turbera de Estacas de Trueba. En: *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario* (T. Aleixandre Campos; A. Pérez González, eds.). Centro de Ciencias Medioambientales, Monografías 3, C.S.I.C, Madrid, 299-307.
- Martínez Atienza, F.; Morla Juaristi, C. (1992). Aproximación a la paleoecología holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos polínicos. *Investigaciones Agrarias, Sistemas y Recursos Forestales*, 1, 135-145.
- Menéndez Amor, J. (1968). Estudio esporo-palínico de una turbera en el Valle de la Nava (provincia de Burgos). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Geología)*, 66, 35-39.
- Menéndez Amor, J.; Florschütz, F. (1963). Sur les éléments steppiques dans la végétation Quaternaire de l'Espagne". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Geología)*, 61, 121-133.
- Menéndez Amor, J. (1975). Análisis esporo-palínico de los sedimentos turbosos de los Lagos de Enol y Ercina. En: *I Centenario de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Geología)*. Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid, 311-313.
- Mighall, T.; Martínez Cortizas, A.; Biester, H.; Turner, S.E. (2006). Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 203-223. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.03.013>
- Moore, P.D.; Webb, J.A.; Collinson, M.E. (1991). *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications, London, 216 pp.
- Moreno, A.; López Merino, L.; Leira, M.; Marco Barba, J.; González Sampérez, P.; Valero Garcés, B.L.; López Sáez, J. A.; Santos, L.; Mata, P.; Ito, E. (2011). Revealing the last 13,500 years of environmental history from the multiproxy record of a mountain lake (Lago Enol, northern Iberian Peninsula). *Journal of Paleolimnology*, 46, 327-349. <https://doi.org/10.1007/s10933-009-9387-7>

- Muñoz Sobrino, C.; Ramil Rego, P.; Delibes, G.; Rojo, M. (1996). Datos paleobotánicos sobre la turbera de La Piedra (Páramo de Tozo, Burgos). En: *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica* (P. Ramil Rego; C. Fernández Rodríguez; M. Rodríguez Guitián,Coords.). Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 149-162.
- Muñoz Sobrino, C.; Ramil Rego, P.; Rodríguez Guitián, M. (1997). Upland vegetation in the north-west Iberian Peninsula after the last glaciation: forest history and deforestation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany*, 6, 215-233. <https://doi.org/10.1007/BF01370443>
- Muñoz Sobrino, C.; Ramil Rego, P.; Gomez Orellana, L. (2007). Late Wurm and early Holocene in the mountains of northwest Iberia: biostratigraphy, chronology and tree colonization. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16, 223-240. <https://doi.org/10.1007/s00334-006-0083-5>
- Peñalba, M.C. (1989). *Dynamique de végétation tardiglaciaire et Holocène du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. Ph.D. thesis, Universidad d'Aix, 165 pp.
- Pérez Díaz, S.; López Sáez, J.A. (2015). Estudio palinológico del pozo-depósito de la Fábrica de Tabacos de Gijón. En: *La Fábrica de Tabacos de Gijón. Arqueología e Historia de un espacio milenario* (C. Fernández Ochoa; A. Orejas; P. García Díaz; F. Gil, eds.), Ayuntamiento de Gijón, Gijón, 200-209.
- 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 palaeo-environmental study of Zalama ombrotrophic bog (Basque-Cantabrian Mountains, Spain). *Boreas*, DOI: 10.1111/bor.12182. <https://doi.org/10.1111/bor.12182>
- Pérez Obiol, R.; García Codrón, J.C.; Pèlachs, A.; Pérez Haase, A.; Soriano, J.M. (2016). Landscape dynamics and fire activity since 6740 cal yr BP in the Cantabrian region (La Molina peat bog, Puente Viesgo, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 135, 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.01.021>
- Quirós Castillo, J.A. (2012). *Arqueología del campesinado medieval: la aldea de Zaballa*. Bilbao, Universidad del País Vasco, 650 pp.
- Ralska Jasiewiczowa, M.; Nalepka, D.; Goslar, T. (2003). Some problems of forest transformation at the transition to the oligocenic/Homo sapiens phase of the Holocene interglacial in northern lowlands of central Europe. *Vegetation, History and Archaeobotany*, 12, 233-247. <https://doi.org/10.1007/s00334-003-0021-8>
- Ramil Rego, P.; Gómez Orellana, L. (1996) Dinámica climática y biogeográfica del área litoral-sublitoral de Galicia durante el Pleistoceno superior-Holoceno. En: *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica* (P. Ramil Rego; C. Fernández Rodríguez; M. Rodríguez Guitián, eds.). Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 43-71.
- Ramil Rego, P.; Rodríguez Guitián, M.A.; Muñoz Sobrino, C.; Gómez Orellana, L. (2000). Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* L. in the NW Iberian Peninsula. *Folia Geobotánica*, 35, 241-271. <https://doi.org/10.1007/BF02803118>
- Reille, M. (1999). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 535 pp.
- 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.; Hafflidason, 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. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16947
- Renault Miskovsky, J.; Girard, M.; Trouin, M. (1976). Observations de quelques pollens d'Oléacées au microscope électronique à balayage. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 1976 (2), 71-86. <https://doi.org/10.3406/quate.1976.1278>
- Rodríguez Guitián, M.A.; Ramil Rego, P.; Muñoz Sobrino, C.; Gómez Orellana, L. (1996). Consideraciones sobre la migración holocena de *Fagus* a través de la Via Pirenaico-Cantábrica. En: *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica* (P. Ramil Rego; C. Fernández Rodríguez; M.A. Rodríguez Guitián, eds.). Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 98-111.
- Rubiales, J.M.; García Amorena, I.; Hernández, L.; Génova, M.; Martínez, F.; Gómez Manzanque, F.; Morla Juaristi, C. (2010). Late Quaternary dynamics of pinewoods in the

- Iberian Mountains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 476-491. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.11.008>
- Rubiales, J.M.; Ezquerro, J.; Muñoz Sobrino, C.; Génova, M.J.; Gil, L.; Ramil Rego, P.; Gómez Manzaneque, F. (2012). Holocene distribution of woody taxa at the westernmost limit of the Circumboreal/Mediterranean boundary: Evidence from wood remains. *Quaternary Science Reviews*, 33, 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.11.012>
- Ruiz Fernández, J.; Oliva, M.; Cruces, A.; Lopes, V.; Freitas, M.C.; Andrade, C.; García Hernández, C.; López Sáez, J.A.; Galdes, M. (2016a). Environmental evolution in the Picos de Europa (Cantabrian Mountains, SW Europe) since the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 138, 87-104. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.03.002>
- Ruiz Fernández, J.; Nieuwendam, A.; Oliva, M.; Lopes, V.; Cruces, A.; Freitas, M.C.; Janeiro, A.; López Sáez, J.A. (2016b). Cryogenic processes and fire activity in a high Atlantic mountain area in NW Iberia (Picos de Europa) during the Mid-Late Holocene. *Science of the Total Environment* (en prensa). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.022>
- Ruiz Zapata, M.B.; Fariás, P.; Jiménez Sánchez, M.; Gil García, M.J.; Dorado Valiño, M.; Valdeolmillos Rodríguez, A. (2001). Secuencia polínica de un depósito de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias): implicaciones paleoclimáticas. En: *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.)* (S. Moreno Grau; B. Rendueles, J.M. Moreno Angosto, eds.). Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 379-389.
- Salas, L. (1993). Análisis palinológico de la turbera de Pico Ano, implicaciones de las variaciones climáticas del Holoceno final. En: *Estudios sobre Cuaternario, medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat humano* (M.P. Fumanal; J. Bernabeu, eds.). Universitat de València. València, 179-183.
- Santos, L.; Vidal Romani, J.R.; Jalut, G. (2000). History of vegetation during the Holocene in the Courel and Queixa Sierras, Galicia, northwest Iberian Peninsula. *Journal of Quaternary Science*, 15, 621-632. [https://doi.org/10.1002/1099-1417\(200009\)15:6<621::AID-JQS524>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1099-1417(200009)15:6<621::AID-JQS524>3.0.CO;2-L)
- 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. <https://doi.org/10.1191/0959683606h1921rp>
- Sjögren, P.; Lamentowicz, M. (2008). Human and climatic impact on mires: a case study of les Amburnex mire, Swiss Jura Mountains. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 185-197. <https://doi.org/10.1007/s00334-007-0095-9>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2004.06.013>
- van Geel, B. (2001). Non-pollen palynomorphs. In: *Tracking environmental change using lake sediments; volume 3: Terrestrial, algal and siliceous indicators* (J.P. Smol; H.J.B. Birks; W.M. Last, eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 99-119.
- van Geel, B. (2006). Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, 82, 313-329. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2006/0082-0313>
- van Geel, B.; Coope, G.R.; van der Hammen, T. (1989). Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60, 25-129. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(89\)90072-9](https://doi.org/10.1016/0034-6667(89)90072-9)
- Watts, W.A. (1973). Rates of change and stability in vegetation in the perspective of long periods of time. In: *Quaternary Plant Ecology* (H.J.B. Birks; R.G. West, eds.). Blackwell, Oxford, 195-206.
- Watts, W.A. (1986). Stages of climatic changes from full glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy: A comparison of the Atlantic coast and the Mediterranean basin. En: *Current issues in climatic research. Proceedings of the EC Climatology Programme Symposium, Sophia Antipolis, France, 2-5 October 1984* (A. Ghazi; R. Fontechi, eds.). D. Reidel, Dordrecht, 101-112. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5494-6_11

