

El paisaje de las montañas atlánticas: avances en el conocimiento geohistórico y ambiental



Miguel Ángel Poblete Piedrabuena
(EDITOR)



Universidad de Oviedo



Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el licenciador:

Miguel Ángel Poblete Piedrabuena (editor) (2023). *El paisaje de las montañas atlánticas: avances en el conocimiento geohistórico y ambiental*. Universidad de Oviedo.

La autoría de cualquier artículo o texto utilizado del libro deberá ser reconocida complementariamente.



No comercial – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

© 2023 Universidad de Oviedo

© Los autores

Algunos derechos reservados. Esta obra ha sido editada bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Se requiere autorización expresa de los titulares de los derechos para cualquier uso no expresamente previsto en dicha licencia. La ausencia de dicha autorización puede ser constitutiva de delito y está sujeta a responsabilidad.

Consulte las condiciones de la licencia en:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo

Edificio de Servicios - Campus de Humanidades

ISNI: 0000 0004 8513 7929

33011 Oviedo - Asturias

985 10 95 03 / 985 10 59 56

servipub@uniovi.es

www.publicaciones.uniovi.es

ISBN: 978-84-18482-67-0

DL AS 190-2023

ÍNDICE

	Pág.
Presentación	
Miguel Ángel Poblete Piedrabuena	9
Palaeoecological review of the climatic, cultural and plant landscape dynamics of the Cantabrian region	
Marc Sánchez-Morales	13
Los registros paleoambientales en Asturias: nuevas perspectivas para el conocimiento de la evolución del paisaje en las montañas atlánticas	
Salvador Beato Bergua	87

Los registros paleoambientales en Asturias: nuevas perspectivas para el conocimiento de la evolución del paisaje en las montañas atlánticas

Paleoenvironmental records in Asturias: new perspectives for the knowledge of landscape evolution in the Atlantic mountains

Salvador Beato Bergua

Dpto. de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Oviedo, C/ Amparo Pedregal 5, 33011 Oviedo (Asturias). beatosalvador@uniovi.es

Resumen: La evolución paleoambiental interesa a diferentes disciplinas científicas tanto por la necesidad de explicar la actual configuración natural y antrópica del territorio, como por su utilidad para realizar propuestas de gestión ambiental e incluso establecer hipótesis sobre escenarios futuros de cambio. Las metodologías son variadas y dispares abarcando, por ejemplo, desde los acercamientos mediante técnicas arqueológicas hasta los estudios palinológicos. El conocimiento de la evolución del paisaje en las montañas asturianas se ha nutrido en buena medida de estos últimos, permitiendo una reconstrucción general bastante amplia de la dinámica y distribución de formaciones vegetales pasadas en relación con las fluctuaciones climáticas y las transformaciones humanas. La combinación de métodos y perspectivas se muestra como una estrategia eficaz en la que los estudios locales tienen mucho que decir. La pedoantracología es, en este sentido, una técnica de análisis de gran interés por la información que aporta de lugares concretos y de amplio rango temporal, así como sobre la dinámica de especies y formaciones determinadas. Así lo confirma su

aplicación preliminar en la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano), contribuyendo al descubrimiento del origen antrópico de los pastos de montaña y formulando nuevas preguntas sobre el papel de ciertos taxones en el paisaje vegetal pasado.

Palabras clave: paleoecología, geohistoria ambiental, pedoantracología, Sierra del Aramo, Macizo Asturiano.

***Abstract:** Paleoenvironmental evolution interests different scientific disciplines both for the need to explain the current natural and anthropic configuration of the territory, and for its usefulness to make proposals for environmental management and even establish hypotheses about future scenarios of change. The methodologies are varied and disparate, covering, for example, approaches through archaeological techniques and palynological studies. The knowledge of the evolution of the landscape in the Asturian Massif has been nourished to a large extent by the palynology, allowing a broad general reconstruction of the dynamics and distribution of past plant formations in relation to climatic fluctuations and human transformations. The combination of methods and perspectives is shown as an effective strategy in which local studies have a lot to say. Pedoanthracology is, in this sense, an analysis technique of great interest because it provides information on specific places and with a wide temporal range, as well as data on the dynamics of species and ecosystems. This is confirmed by its preliminary application in the Sierra del Aramo (Asturian Central Massif), contributing to the discovery of the anthropic origin of mountain pastures and asking new questions about the role of certain taxa in the past vegetal landscape.*

Key words: paleoecology, environmental geohistory, pedoanthracology, Sierra del Aramo, Asturian Massif.

INTRODUCCIÓN

El Holoceno constituyó un nuevo ciclo de aumento de las temperaturas que, tras la última glaciación cuaternaria, permitió entre otras muchas cosas la expansión de formaciones vegetales termófilas y la sedentarización de grupos humanos, con el paso de economías de caza y recolección al desarrollo de la agricultura y la ganadería. El óptimo climático holoceno, además, favoreció la aparición de la civilización en distintos puntos del planeta y, con esto, la evolución de técnicas y tecnologías que conllevaron el crecimiento demográfico, un mayor impacto en el entorno y la capacidad de interferir en los mecanismos de autorregulación de la naturaleza. Los territorios fueron cada vez más complejos en su composición estructural y configuración morfológica, es decir, sus paisajes se trastocaban en periodos cada vez más cortos (Steffen *et al.*, 2011).

Por tanto, el estudio de la evolución del paisaje permite explorar la relación pasada entre los grupos humanos y un medio físico de por sí cambiante, así como realizar propuestas de gestión ambiental y establecer hipótesis sobre escenarios futuros de cambio. En este sentido, son especialmente relevantes las zonas de montaña, áreas de relieves abruptos y características climáticas singulares y severas que forman parte de paisajes de alto valor socio-ecológico por su idiosincrasia medioambiental, la dureza de las condiciones de vida y su posición marginal (Galop y Jalut, 1994; Kohler y Maselli, 2009; Fernández-Mier *et al.*, 2014). Esta importancia de las montañas se debe a su especial sensibilidad y vulnerabilidad a los efectos directos e indirectos de los cambios climáticos, esto es, sobre los procesos geomorfológicos, las formaciones vegetales, la red hidrográfica, la evolución de los suelos y las actividades humanas en estos espacios. Para su estudio han resultado de gran interés la combinación de diferentes técnicas de análisis arqueológicas y paleoambientales, con otras procedentes de la investigación geohistórica que permiten el análisis diacrónico y la reconstrucción de la historia ambiental y paisajística de la montaña, como un sistema complejo en función de las variaciones climáticas y el impacto antrópico (Pèlachs, 2005; Pèlachs *et al.*, 2007, 2009, 2011, 2012, 2017; Nadal *et al.*, 2009).

La dinámica de estos dos factores, clima y sociedad, tiene una repercusión directa en las plantas, que constituyen, por tanto, el elemento clave del proceso analítico. Así lo demuestran los resultados obtenidos principalmente a través de la palinología en las últimas décadas. Los pólenes ofrecen información de inestimable valor que posibilitan el conocimiento de la evolución de las formaciones vegetales a largo plazo y su relación con

los cambios en el clima y las perturbaciones antrópicas (Galop, 1998). No obstante, los registros polínicos del pasado no se pueden obtener en todos los lugares y con la misma precisión y amplitud temporal, por lo que esta técnica ha sido combinada con otras que permiten una mayor resolución espacial y una datación de forma más precisa (Nadal, 2009).

Por su parte, la arqueología de los espacios de montaña ha desvelado el proceso de ocupación humana de estos ámbitos, duros y abruptos, a partir de la investigación de los monumentos megalíticos fundamentalmente funerarios y de variada tipología. En efecto, estas estructuras ofrecen información no sólo del periodo de su construcción sino mucho más tardía, dado que, en bastantes casos, su utilización se prolongó desde el Neolítico medio hasta la Edad del Bronce (Arias *et al.*, 2005; Mujika, 2009; Fernández-Eraso *et al.*, 2009; Fernández-Eraso *et al.*, 2010; Blas, 2012 y 2013; González-Morales, 2012; Pérez-Díaz *et al.*, 2018). En el proceso de reconstrucción prehistórica, la arqueología ha tenido que ayudarse de otros métodos y técnicas a los cuales también ha beneficiado, tales como la propia palinología y la antracología (Vernet, 1990).

La antracología, disciplina basada en el estudio de los carbones vegetales, trata de identificar los taxones o, en su defecto, los géneros o clases a los que pertenecen las muestras carbonizadas (Vernet, 1973). A partir de las medidas de algunos elementos anatómicos de la madera también se puede conocer el tamaño o la edad de los individuos de los que provienen los restos. Por tanto, la información obtenida es muy útil para el conocimiento de los usos del suelo y las actividades que practicaba una sociedad, así como las perturbaciones que ocasionaban en los ecosistemas y las transformaciones paisajísticas producidas (Vernet, 1991, 1992; Uzquiano, 1992, 1995). Además, los carbones pueden datarse de manera relativamente fácil y barata, y especialmente precisa.

En definitiva, los pólenes y los carbones de origen vegetal hallados en los yacimientos arqueológicos sirven para la comprensión del entorno paleoecológico en el que se enmarcan los restos megalíticos y su datación rigurosa. Así mismo, las conclusiones de la investigación arqueológica posibilitan una interpretación adecuada de los resultados polínicos y antracológicos.

Pues bien, según los estudios paleoecológicos y arqueológicos de las últimas décadas, la ocupación humana de las zonas montañosas de la península Ibérica se produjo desde el comienzo del Holoceno en las regiones central y oriental de los Pirineos (Galop, 1998; Pèlachs *et al.* 2007; Ejarque *et al.*, 2010; Gassiot *et al.*, 2012 y 2014; Catalán *et al.*, 2013; Lozny, 2013). Sin embargo, hasta el Holoceno medio no se extendería hasta el

occidente pirenaico y las Montañas Cantábricas (López-Sáez *et al.*, 2006; López-Sáez *et al.*, 2008b; Pérez-Díaz *et al.*, 2015, 2016, 2018). En este proceso general de colonización neolítica facilitada por un óptimo climático y el uso del fuego hay muchos matices y grandes lagunas aún por aclarar, especialmente en territorios más reducidos, tanto en lo que concierne a nuestros antepasados como a su relación con el medio físico montano (Galop, 1998, 2005; Galop *et al.*, 2004, 2013; Pèlachs *et al.*, 2011; Carracedo, 2015; Pérez-Díaz *et al.*, 2016; Carracedo *et al.*, 2018). En efecto, a pesar de que el conocimiento sobre el Holoceno se ha incrementado tras los avances científicos recientes, es necesario continuar con la combinación de diferentes métodos para avanzar en el estudio de la evolución del paisaje en áreas de montaña, como en el caso del Macizo Asturiano donde su aplicación ha sido escasa. El intento de la reconstrucción paleoambiental en uno de sus sectores, la Sierra del Aramo, ha obligado a la puesta en práctica de la pedoantracología, toda vez que se trata de un enclave calizo que dificulta obtener registros polínicos adecuados debido a la inexistencia de turberas (por el drenaje subterráneo de las aguas). El desarrollo de esta metodología ha permitido no solo una mejor comprensión de la evolución general del paisaje holoceno en Asturias, también ha servido para generar conocimiento y nuevos interrogantes sobre la ocupación humana de los espacios de montaña, y los cambios en el límite superior del bosque y la distribución de algunas especies vegetales como *Taxus baccata*.

ÁREA DE ESTUDIO

El territorio de Asturias se extiende por la vertiente norte del Macizo Asturiano. Este constituye el sector occidental de la Cordillera Cantábrica y recorre más de 220 km en paralelo a la costa del Norte de España en el extremo noroeste de la península Ibérica. Está armado en materiales paleozoicos carbonatados y siliciclásticos plegados y fracturados durante las orogénias Varisca y Alpina (Aramburu y Bastida, 1995). Presenta una superficie de casi 18.000 km² (Muñoz y Sanz, 1995) y consta de tres unidades: Occidental, Central y Oriental. Concretamente, la Sierra del Aramo es una montaña media calcárea del Macizo Central Asturiano, a 20 km al SW de Oviedo (Fig. 1). Se extiende con una dirección dominante NNO–SSE a lo largo de unos 15 km de longitud entre el pueblo de Peñerudes (Morcín), al Norte, y el Alto de la Cobertoria, al Sur, con 7 kilómetros de anchura aproximada y una altitud máxima de 1.791 m en el Pico Gamoniteiru. Se trata de un espigón calcáreo (calizas namurienses) que separa las cuencas de los ríos Trubia al W y Caudal al E labradas en los materiales más deleznable del Devónico y, fundamentalmente, del carbonífero westfaliense.

La Sierra del Aramo culmina en una plataforma elevada e irregular en la que aflora el roquedo calcáreo desnudo y los procesos de disolución han modelado una superficie muy karstificada plagada de dolinas, con la presencia de varios valles muertos y cumbres en resalte. A los pies de la mole caliza, canchales y depósitos de grandes movimientos en masa enlazan con los valles a través de vertientes regularizadas o interfluvios alomados sobre pizarras y areniscas, donde priman los procesos fluviales y torrenciales. Por otra parte, esta unidad montana goza de un clima atlántico típico con precipitaciones repartidas a lo largo de todo el año (entre 1.100 y 1.500 mm) y temperaturas suaves con una media de 13°C en los fondos de los valles y de 6 o 7°C en las zonas más altas. Así, se pueden distinguir varios pisos bioclimáticos, con cubiertas vegetales específicas, en función de los cambios en altitud de los valores termoclimáticos y ombroclimáticos: colino, montano y subalpino. Además, la Sierra del Aramo configura una bisagra biogeográfica entre las subprovincias Cantabro-atlántica y Orocantábrica dentro de la provincia Atlántica-Europea de la región Eurosiberiana (Beato *et al.*, 2016a). Así, entre sus formaciones de vegetación potencial figuran las carbayedas eutrofas con arces y fresnos, carbayedas oligotrofas con abedules, hayedos eutrofos con mercurial, carrascales cantábricos, enebrales rastreros subalpinos calcáreos; así como tiledas o tilares orocantábricos con robles albares y fresnos, rebollares orocantábricos, hayedos orocantábricos oligótrofos con abedul, abedulares orocantábricos, robledales albares de umbrías con abedules, acebedas orocantábricas e ibéricas, alisedas ribereñas orientales y fresnedas ribereñas

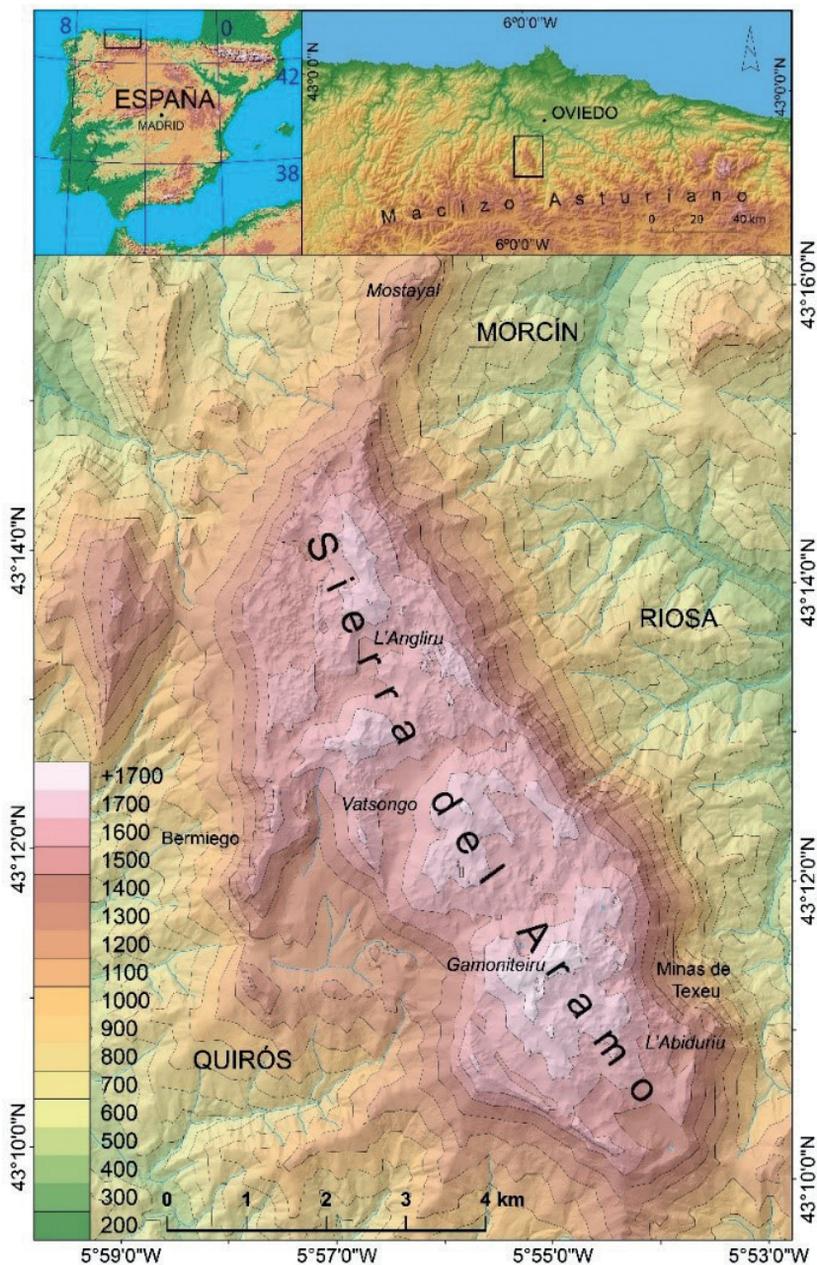


FIGURA 1. Localización del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de las bases cartográficas digitales del Instituto Geográfico Nacional.

orocantábricas. Sin embargo, la intensa antropización secular del territorio extendió de manera significativa las superficies de pasto y castaño (Beato, 2012a, 2012b, 2012c), pero desde el fin del sistema rural tradicional a mediados del siglo XX se ha producido el abandono progresivo de los prados y el crecimiento de los bosques y las áreas de matorral (Beato *et al.*, 2016b).

METODOLOGÍA

El proceso metodológico ha partido de una revisión bibliográfica en profundidad de los estudios realizados hasta la fecha en el ámbito cantábrico, especialmente en el Macizo Asturiano, para concretar la información paleoecológica sobre Asturias con relación a las distintas metodologías empleadas para la obtención de los resultados. Asimismo, se ha analizado la bibliografía referente a la pedoantracología para contextualizar el método y presentarlo por su novedad y utilidad en las montañas asturianas.

Por otra parte, se presentan los datos preliminares de Beato (2018) y Beato *et al.* (2019, 2020, 2021a, 2021b y 2022) en el marco del proyecto *Dinámica paleoecológica del Macizo Central Asturiano a través de un transecto pedoantracológico*, por la relevancia de los datos obtenidos en la Sierra del Aramo a partir de dos primeras fosas pedoantracológicas realizadas a 1.701 –ARAMO 1– y 1.611 m –ARAMO 2– respectivamente, en dos depresiones kársticas colmatadas y actualmente deforestadas. El método empleado ha sido el propuesto por Cunill (2010) y Cunill *et al.* (2013) que consiste en la excavación hasta la roca madre, la descripción del perfil edáfico y la extracción de muestras completas de suelo en todos los niveles, que son secadas y pesadas, para ser posteriormente tamizadas al agua con cedazos homologados de 50 cm de diámetro y luces de 5 mm, 2 mm y 0,8 mm. En el laboratorio se procede a la extracción de los fragmentos de carbón a través de la observación de la lupa binocular y a la identificación de las especies e interpretación de la anatomía de la madera a través del microscopio electrónico, la consulta de los atlas de anatomía de la madera (Schweingrüber, 1990a, 1990b; Vernet *et al.*, 2001) y las colecciones de referencia del laboratorio GEODE de la Universidad de Toulouse II y del grupo i-Ge&ser del Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo.

LA EVOLUCIÓN CANTÁBRICA: LO QUE SABEMOS HASTA AHORA

Hasta la fecha, la mayor fuente de información paleoecológica en Asturias han sido los pólenes acopiados en depósitos lacustres o higróturbosos desde mediados del siglo pasado. En concreto, contamos con los tempranos registros polínicos de Menéndez Amor (1950a, 1950b), Menéndez Amor y Florschütz (1961), Aguilar (1963) y Mary *et al.* (1973) sobre las turberas de Buelna, Pendueles, Llano de la Mesa, Vidiago y Llano Roñanzas respectivamente, todas ellas en el oriente asturiano, así como los de Menéndez Amor (1975) de los lagos Enol y Ercina. Los autores hacen aportaciones muy interesantes para la época por su carácter innovador, pero la carencia de dataciones radiocarbónicas impide un uso adecuado para la organización cronológica de los datos. En general, se muestran espectros polínicos de *Alnus*, *Betula*, *Pinus* y *Quercus* y se señala igualmente la existencia de *Corylus*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Fagus* y *Ulmus* durante el Holoceno.

Los estudios palinológicos posteriores ofrecen una mayor información y fiabilidad al aportar ya dataciones y estar correlacionados en muchos casos con hallazgos arqueológicos y macrorrestos vegetales. Se trata de los análisis del yacimiento de Los Azules, en Cangas de Onís (López García, 1981), del examen palinológico de los sedimentos de La Riera, cerca de Posada de Llanes (Straus *et al.*, 1981, 1983; Leroi-Gourhan, 1986), de los pólenes de los túmulos de Piedrafitas IV y V al Sur del Aramo (Dupré, 1985, 1986, 1988) y los registros polínicos del lago de Ajo en Somiedo (McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996) y de las termas romanas de Campo Valdés en Gijón (Mariscal, 1996). A estos les siguen, ya en el nuevo milenio, los trabajos en los megalitos de Monte Areo de Gómez-Orellana *et al.* (2000), la Campa Torres (Burjarchs, 2001), el castillo de Curiel-Peñaferuz (Burjarchs, 2003), el yacimiento romano de Paredes (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2004), el castro de Chao de Samartín en Grandas de Salime (Gil García *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, 2005), el castro de Llagú cerca de Oviedo (Fombella y García-Rovés, 2006) y la cueva del Pindal (Ruiz *et al.*, 2006; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2007). Por su parte, las turberas y otros tipos de depósitos (glaciares, de colmatación, de estuario) han continuado siendo una gran fuente de información como lo demuestran los trabajos en el polje de Comeya (Ruiz *et al.*, 2001a; Jiménez *et al.*, 2003), Puerto de Tarna (Ruiz *et al.*, 2000; Jiménez *et al.*, 2003), Corteguero (Ruiz *et al.*, 2001b; Jiménez *et al.*, 2003), Puerto de San Isidro (Fombella *et al.*, 2001, 2003, 2004), la ría de Villaviciosa a través de un sondeo (García Antón *et al.*, 2006) y la turbera de Dueñas (López-Merino *et al.*, 2006). Por último, cabe destacar la tesis doctoral de López-Merino (2009) que, además de sintetizar y com-

pletar los conocimientos paleobotánicos hasta la fecha, realiza el análisis palinológico del yacimiento arqueológico de Veranes y de las turberas de Las Dueñas y Monte Areo en la zona litoral-prelitoral asturiana, del Alto de la Espina de la zona interior y de los sedimentos lacustres del lago Enol para completar la perspectiva regional con un estudio de un área elevada de la Cordillera Cantábrica.

En cuanto al análisis de macrorrestos y microrrestos vegetales, Buxó y Echave (2001a y 2001b) estudiaron restos paleocarpológicos en La Campa Torres (Gijón). Por su parte, García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008) han analizado los macrorrestos vegetales encontrados en los sedimentos holocenos de la ría de Navia, en el yacimiento prelitoral de la Sierra de la Borbolla y en el sondeo de la ría de Villaviciosa mencionado anteriormente.

En relación con la arqueología, el uso de la antracología ha aportado también datos útiles para la reconstrucción paleoambiental. González Morales *et al.* (1980) realizaron identificaciones antracológicas en la cueva prehistórica de Mazaculos II, en La Franca. Posteriormente, Uzquiano (1995) realizó un estudio antracológico sobre varias muestras del mismo yacimiento. Con anterioridad, dicha autora también había trabajado sobre distintos niveles de Los Azules (Uzquiano, 1990 y 1992). Finalmente, Díaz González *et al.* (2002), se ocuparon de la madera quemada hallada en los megalitos de Monte Areo y, por otro lado, Allué (2003) hizo lo propio a partir de las excavaciones arqueológicas en el castillo de Curiel-Peñaferuz (Gijón).

La aplicación de los métodos señalados ha servido para tener una idea general bastante clara de la dinámica del paisaje en Asturias durante el Holoceno en relación con los cambios climáticos y la acción antrópica. En efecto, sabemos que con el fin del Dryas Reciente los paisajes eran más o menos abiertos, dominados por gramíneas, con manchas arbóreas compuestas en gran medida por *Pinus* y *Betula* (Fombella *et al.*, 2001, 2003 y 2004; López-Merino, 2009). Posteriormente, la mejoría climática progresiva originó una drástica reducción de los pinares y el incremento de las formaciones arbóreas de planocaducifolios en detrimento de las herbáceas (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Ramil-Rego *et al.*, 1998; Costa *et al.*, 2001; Franco *et al.*, 2001; García Antón *et al.*, 2002; Rubiales *et al.*, 2008). Así, los inicios del Holoceno se caracterizarían por bosques con dominio del abedul, que se irían imponiendo a los paisajes estépicos propios de ambientes más fríos y secos. Según López-Merino (2009), *Quercus* (planocaducifolio) y *Corylus* también tendrían una presencia destacada hacia el interior, en las zonas más alejadas de la costa, y fueron ganando mayor

extensión posteriormente, de forma significativa el avellano, quizás por el aprovechamiento de su fruto.

Hacia el Óptimo Climático, los porcentajes arbóreos en las zonas de montaña son muy altos (de un 90% en Somiedo) y el dominio es casi absoluto de los taxones de hoja caduca como *Quercus*, *Betula* y *Corylus* (McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996). No obstante, *Pinus* sería todavía una pieza importante de la cubierta forestal de algunos puntos de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica (López García, 1981; Uzquiano, 1990, 1992 y 1995; Rubiales *et al.*, 2008). A partir de ese momento, *Ulmus*, *Alnus* y *Fraxinus* comienzan a ser recurrentes en las curvas polínicas corroborando la instalación de unas condiciones climáticas más benignas (López-Merino, 2009).

Durante el comienzo del Holoceno superior se inician los testigos de la actividad antrópica que crecerá hacia el Calcolítico y se acentuará desde finales de la Edad del Bronce. Las primeras evidencias de colonización humana estable se documentan en el Monte Areo y el Alto de la Espina durante el VIII milenio AP (Gómez-Orellana *et al.*, 2000; Díaz González *et al.*, 2002; López-Merino *et al.*, 2010). El asentamiento de algunas comunidades se hace patente a partir de signos de deforestación, de antropización y de cambios en la composición del bosque, donde aumentan especies como el castaño, el nogal y el haya (López-Merino, 2009). La identificación de polen de *Castanea* y *Fagus* de manera puntual en la parte inicial de los diagramas polínicos pone de manifiesto la existencia de refugios para estas especies, a partir de los cuales proliferaron por la mejoría climática y beneficiadas por actividades antrópicas como la apertura del bosque y el favorecimiento voluntario de árboles de fruto (Galop, 1998; Ramil-Rego *et al.*, 2000; Ruiz Zapata *et al.*, 2000; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; López-Merino *et al.*, 2008; Uzquiano, 2017). Las formaciones esclerófilas de carácter mediterráneo con *Quercus* (perennifolia) y *Arbutus* también están presentes en aquel periodo en las áreas litorales y, probablemente, tuvieron una importancia mayor que en la actualidad (González Morales *et al.*, 1980; Uzquiano, 1995 y 2017; López-Merino, 2009).

En el V y IV milenio BP (Calcolítico-Edad del Bronce) existe ya una dinámica antrópica que se manifiesta de forma continua en todos los registros paleoambientales. Se trata de actividades agrícolas puntuales (denotadas por las curvas de cereal de los gráficos polínicos) y ganaderas con una intensidad cada vez más relevante. Los hongos coprófilos y algunas plantas indicadoras de pastoralismo complementan los resultados palinológicos, revelando un aumento de ericáceas y otros matorrales que también figuran en los análisis antracológicos (Uzquiano, 2017). Para López-Meri-

no (2009) la transición del Bronce al Hierro implicó una intensificación de esta presión de los grupos humanos sobre el medio. Según dicha autora, la curva de polen de cereal se hace constante en los diagramas polínicos y los datos que expresan la extensión de los matorrales desde la Edad del Bronce continúan. Además, la presencia de *Fagus* y *Castanea* se hace recurrente, aparecen perturbaciones geoquímicas en las turberas y siguen manifestándose los anteriores indicadores de la influencia ganadera (hongos y plantas típicas) a los que se añaden otros nuevos.

Respecto a la Sierra del Aramo, hay datos paleobotánicos que nos sirven para una primera caracterización y, sobre todo, para la reflexión sobre las técnicas empleadas y los resultados obtenidos. Dupré (1985, 1986 y 1988) ofrece información muy relevante extraída de su estudio polínico del túmulo de Mata'l Casare, a 1.300 m de altitud en el entorno del área megalítica de La Cobertoria, en la estribación meridional del Aramo. Presenta una cronología calcolítica (V milenio BP) donde el taxón mayoritario es *Quercus* (planocaducifolio) seguido de *Pinus sylvestris* tipo. Es significativo también la presencia de *Betula* y *Corylus*, así como la aparición de *Tilia*, *Alnus*, *Ulmus*, *Fagus* e *Ilex*. El estrato arbustivo está dominado por *Ericaceae* y el herbáceo por *Poaceae* y *Asteraceae*.

Por otra parte, los carbones vegetales procedentes de una de las cubetas de La Campa les Mines (cubeta 6), en el Sur de la vertiente oriental del Aramo, fueron analizados por Blas *et al.* (2013) y Blas y Rodríguez (2015). Presentan una cronología datada en el IV milenio BP y las maderas empleadas para la combustión fueron en su mayoría de *Taxus*, seguida por *Quercus* (planocaducifolio), *Corylus*, *Betula* e *Ilex*. Esto coincide también con los restos antracológicos procedentes de la propia mina de Texeu (de dónde se extraían los materiales trabajados posteriormente en dicha camp) con actividad reconocida en la misma época. Todos los restos vegetales analizados procedentes de las galerías corresponden a *Taxus* como leña empleada para el arranque del mineral por el sistema de *fire-setting* y para utilizar como teas de iluminación (Blas, 2014). Asimismo, los resultados comentados son coherentes con el material leñoso proveniente de la quema en una hoguera de la necrópolis neolítica de La Cobertoria. Entre los carbones, fechados también en el IV milenio BP, lo más abundante es el roble (*Quercus robur*), con un 62% del total, seguido por un 16% de encina (*Quercus Ilex*) y con la presencia de avellano y otras angiospermas no identificadas (Blas, 2012).

En definitiva, sabemos que *Pinus* estuvo presente en la Sierra del Aramo o, por lo menos, que pudo desarrollarse cerca de su estribación meridional (debido a la capacidad de dispersión del polen) en el V milenio



FIGURA 2. A la izquierda, imagen de una de las entradas a la mina de Texeu. A la derecha, paisaje actual en el exterior de la mina (La Campa les Mines): infraestructuras mineras del siglo XX abandonadas, prados en proceso de colonización por el matorral y bosque mixto de *planocaducifolias* y tejos.

BP. Por otra parte, mil años después la presencia de los grupos humanos en la zona era muy habitual para ritos funerarios (La Cobertoria) e incluso estable como indica el laboreo minero-metalúrgico (minas de Texeu y La Campa les Mines). Todo indica, durante esta época, una fuerte presencia y utilización del tejo, así como del roble en el cuadrante S-SE del Aramo en torno a los 1.200 – 1.300 m de altitud. Es interesante también, la presencia de *Corylus*, *Betula* e *Ilex* y, por supuesto, el empleo de *Quercus ilex* todavía presente en algunos afloramientos calizos de Quirós (el emplazamiento actual más cercano se encuentra a 8 km en línea recta) y especialmente en el vecino valle de Trubia. No obstante, nos surgen muchas dudas y cuestiones por resolver. Por ejemplo, ¿ha tenido la encina una mayor distribución en periodos climáticos más cálidos del Holoceno en la zona de estudio? ¿Cuál ha sido la representación local de *Pinus*?

Por otro lado, el importante papel de *Taxus baccata* en el paisaje neolítico del Aramo parece evidente. No obstante, repasando los análisis palinológicos de Asturias no hemos encontrado ni una sola mención a este taxón. Esto nos lleva a pensar que el polen de *Taxus* no queda representado en los diagramas polínicos por alguna razón relacionada con sus propias características. En efecto, no es un taxón muy común en los registros polínicos debido a la fina y ornamentada capa exterior de su polen (exina)

y a su vulnerabilidad a la corrosión (Havinga, 1964 y 1967; Moore *et al.*, 1991; Beug, 2004; Pérez-Díaz *et al.*, 2013). *Taxus baccata* es considerada una especie relictiva en la Cordillera Cantábrica, propia de climas más fríos que el actual, entonces ¿dónde ha estado todo este tiempo?

En cuanto a *Fagus*, hoy en día compone los bosques de mayor extensión del Aramo y, sin embargo, no hay ninguna identificación de esta especie procedente del IV milenio BP (sí aparece escasamente en los pólenes del V, aunque su procedencia puede ser exógena). ¿Podría justificarse la extensión del haya en la Sierra del Aramo y otras montañas asturianas beneficiada por las actividades antrópicas como en otras zonas cantábricas y de los Pirineos hace unos 3.000 años?

Por su parte, la presencia de *Ilex* ha sido tradicionalmente ligada a la extensión de la ganadería ¿qué hay de cierto en nuestro marco de estudio? Finalmente, la plataforma culminante es un espacio deforestado casi en su totalidad utilizado como pastizal montano y subalpino, por debajo del límite superior del bosque teórico. ¿Cuál es el origen de esta composición paisajística y su evolución?

La solución a todos estos interrogantes implica la utilización de métodos de análisis paleoecológicos que permitan la obtención de datos locales precisos. La información ha de servir para aclarar la evolución del paisaje en la Sierra del Aramo y contribuir al conocimiento general de la relación entre los grupos humanos y el medio natural, así como al desarrollo de metodologías transdisciplinares y combinadas.

LA PEDOANTRACOLOGÍA: HACIA UN CONOCIMIENTO MÁS PRECISO GEOGRÁFICAMENTE

El fuego ha sido una de las principales causas de perturbación de la vegetación a lo largo del tiempo en las Montañas Cantábricas (Carracedo, 2015; Pérez-Obiol *et al.*, 2016). Desde el Neolítico se ha convertido, además, en una poderosa y habitual herramienta para la apertura de espacios forestales, el mantenimiento de pastos y las antiguas labores minero-metalúrgicas (Blas, 1990 y 2014; Galop, 1998; Bal *et al.*, 2010; Py *et al.*, 2013, 2014 y 2017; Blas y Rodríguez, 2015; Carracedo *et al.*, 2017 y 2018).

Los fragmentos de carbón procedentes de incendios naturales y antrópicos se encuentran por todas partes en el suelo y depósitos sedimentarios (Cunill, 2010). Por lo tanto, su estudio no está limitado a la presencia de turberas, lagos u otros tipos de ambientes anaerobios en los que se realizan estudios paleoecológicos habitualmente, lo que permite aumentar sustancialmente los sitios de búsqueda relacionados con la historia del medio natural-cultural y el fuego (Bal y Métaillé, 2005). Así, el carbón vegetal es un elemento de conocimiento y reconstrucción paleoambiental de gran utilidad en la investigación, mucho más si cabe si tenemos en cuenta que los suelos están presentes en prácticamente todo el mundo y que el material vegetal carbonizado es muy resistente a la descomposición microbiana (Nelle *et al.*, 2013).

El análisis de carbón de los suelos o pedoantracología (el origen del concepto acuñado por Thinon en 1978 proviene de los términos griegos *pedon*, suelo, y *anthrax*, carbón) permite el conocimiento directo de la evolución de los ecosistemas de especies leñosas en su relación con los acontecimientos de incendios pasados (Thinon, 1988 y 1992; Talon *et al.*, 1998). De este modo, es una fuente de información esencial para el establecimiento de un historial de incendios o régimen del fuego (Fesenmyer y Christensen, 2010) y su correlación con la vegetación leñosa quemada a partir de su identificación y datación por radiocarbono (Carcaillet y Thinon, 1996; Carcaillet, 2001; Talon, 2010). El método se basa en la extracción de trozos de carbón de madera de formaciones edáficas o sedimentarias y su posterior cuantificación e identificación taxonómica (Thinon, 1992; Carcaillet y Thinon, 1996; Talon *et al.*, 1998). Además, algunos investigadores analizan la concentración de carbón por peso de la unidad de tierra muestreada para estimar, si la hubiera, la relación entre la fitocenosis (vegetación quemada) y la antracocenosis (residuos de los incendios), es decir, si los carbones de los suelos son representativos de la vegetación quemada (Bal y Métaillé, 2005).

Las piezas de carbón de los suelos, procedentes de al menos un evento de fuego, se fragmentan con el tiempo y son enterradas y preservadas durante milenios (Nelle *et al.*, 2013). Son, por tanto, componentes edáficos que una vez extraídos proporcionan información paleoambiental con una resolución espacial muy precisa (de pocos a varios cientos de metros) dependiendo de las características del área, de su zona de influencia y del tipo de fuego (Bal, 2006; Talon, 2010). En definitiva, la pedoantracología permite estudiar la composición de las comunidades de plantas leñosas del pasado y las prácticas relativas a los incendios a una escala más precisa que otras técnicas paleoecológicas como la palinología (Cunill, 2010).

Una planificación territorial adecuada y efectiva requiere una comprensión sólida de los bosques y de la evolución de las comunidades leñosas en el pasado, así como de la dinámica del paisaje (Conedera *et al.*, 2009). Igualmente, la gestión forestal sostenible, los proyectos de restauración o conservación biológica y las evaluaciones de indicadores ecológicos, deben tener una amplia resolución temporal y una gran precisión espacial que la pedoantracología puede aportar (Robin *et al.*, 2013a). No obstante, esta disciplina no puede resolver por sí misma la cuestión de los cambios temporales y espaciales de la vegetación, aunque puede apoyar hipótesis hechas a partir de otros enfoques y, de igual manera, ser ayudada por otras metodologías y técnicas (Feiss *et al.*, 2017). El estado actual de los sistemas ecológicos es el resultado de procesos naturales y antrópicos interrelacionados a escalas espaciales y temporales diferentes y jerárquicamente conectadas en sistemas complejos que requieren metodologías transversales e interdisciplinarias (Nadal, 2009). Por ejemplo, la arqueología, la antracología, la pedoantracología y la palinología han sido aplicadas permitiendo una validación mutua en las montañas del Sur de Europa. En este sentido, es recomendable la combinación de varias técnicas geohistóricas y paleoecológicas siempre que sea posible (Poschlod y Baumann, 2010; Robin *et al.*, 2013b; Carracedo *et al.*, 2017). El conocimiento multidisciplinar puede ayudar a separar los signos del cambio climático de los de la acción humana y a considerar y entender factores como la propia dinámica del fuego y su relación con la altitud, la disponibilidad de biomasa y los usos del suelo (Carcaillet *et al.*, 2007; Vannière *et al.*, 2016).

Las aportaciones de la pedoantracología a dicha comprensión son muchas, especialmente sobre la historia de la vegetación de los paisajes montanos construidos (Bal, 2006; Bal *et al.*, 2011; García Álvarez *et al.*, 2017) y las variaciones en el límite superior del bosque en los Alpes (Talon, 1997; Talon *et al.*, 1998) y en los Pirineos (Pèlach, 2005; Cunill, 2010; Cunill *et al.*, 2012 y 2013). Además, han sido estudiados los carbones re-

sultado de incendios forestales naturales (Quednau y Ludemann, 2017), la evolución de especies forestales concretas a media altitud y las diferencias en la dinámica de la vegetación de desiguales puntos geoecológicos dentro de una misma zona analizada (Cunill *et al.*, 2015; Saulnier *et al.*, 2015). Por otro lado, la pedoantracología también ha ayudado a la identificación de claves locales en el origen de pastizales europeos (Robin *et al.*, 2018), la definición de paisajes culturales de elevado valor patrimonial en aras de su protección (Bal *et al.*, 2015) y, por el contrario, a la justificación de la naturalidad de un espacio como elemento clave para su valoración (Robin *et al.* 2013a). En conclusión, el recurso a esta metodología permite conocer la relación directa entre los cambios en los usos del suelo y el clima, retrocediendo incluso hasta el comienzo del Holoceno, y proporciona también la capacidad de reflexionar sobre escenarios futuros (Talon *et al.*, 1998).

Sin embargo, la región asturiana hasta hace escasos años no ha sido objeto de investigaciones pedoantracológicas que tanto pueden aportar a completar las perspectivas arqueológica, palinológica y antracológica para solventar algunas de las dudas que todavía hoy persisten sobre la evolución del paisaje holoceno. Por tanto, el objetivo preliminar del proyecto *Dinámica paleoecológica del Macizo Central Asturiano a través de un transecto pedoantracológico* fue aplicar el método pedoantracológico en la Sierra del Aramo para clarificar la relación dinámica entre los grupos humanos y el medio natural montañoso cantábrico, así como descubrir los vacíos que hayan podido dejar otras técnicas paleoambientales.

PRIMER ACERCAMIENTO PEDOANTRACOLÓGICO A LA MEDIA MONTAÑA CANTÁBRICA

Aunque hay diferentes técnicas de aplicación del método pedoantracológico, para su utilización en Asturias se ha importado el procedimiento empleado y difundido en el laboratorio GEODE (*Géographie de l'environnement*) del CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) y la Universidad de Toulouse II, así como por el grupo de investigación GRAMP (Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge) de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Además de una formación extensa en varias materias, la pedoantracología requiere mano de obra, infraestructuras y diversos aparatos (unos rudimentarios, otros de tecnología avanzada), no obstante, ofrece la ventaja de poder aplicarse en cualquier lugar a fin de conocer la evolución del paisaje. En el caso del Macizo Central Asturiano se ha optado por una estrategia fundamentada en un transecto altitudinal (N-S) que permita conocer la dinámica de la vegetación y los regímenes del fuego en las diferentes orientaciones y altitudes de la vertiente septentrional. Hasta la fecha, únicamente se han podido realizar cuatro muestreos pedoantracológicos que se encuentran en la plataforma culminante de la Sierra del Aramo, de ellos dos completos únicamente, priorizándose la comprensión del origen y mantenimiento de los pastos subalpinos y montanos.

Así, se han completado y finalizado todas las labores de trabajo en las dos fosas situadas por encima de los 1.600 m, las cuales se hallan en sendas zonas actualmente deforestadas. El objetivo era obtener información sobre las variaciones del límite superior del bosque y el uso del fuego para la creación y mantenimiento de pastos. La primera fosa (ARAMO 1) se excavó en la cara Sur del Gamoniteiro, a 1.701 m de altitud. El contexto es el de una dolina colmatada por arcillas de descalcificación y pequeños depósitos de bloques movilizados desde los afloramientos rocosos circundantes. La vegetación actual es el pastizal subalpino moderadamente acidificado con algunas matas dispersas de matorral petrano, *Daphne laureola* básicamente. Se profundizó hasta los 160 cm para obtener un corte limpio de 140 cm. A pesar del desarrollo vertical alcanzado no se consiguió llegar hasta el fondo del depósito. El perfil edáfico consta de un horizonte A de 30 cm y una pequeña transición de 10 cm hacia la roca madre, esto es, las arcillas de descalcificación. Las características del suelo se corresponden con una formación de tipo Eutrudept.

La segunda fosa (ARAMO 2) se efectuó en la zona cimera al NE de El Angliru, a 1.611 m de altitud. En concreto, es una depresión abierta con cierta inclinación hacia el N, cubierta por arcillas y bloques, con pasto mon-

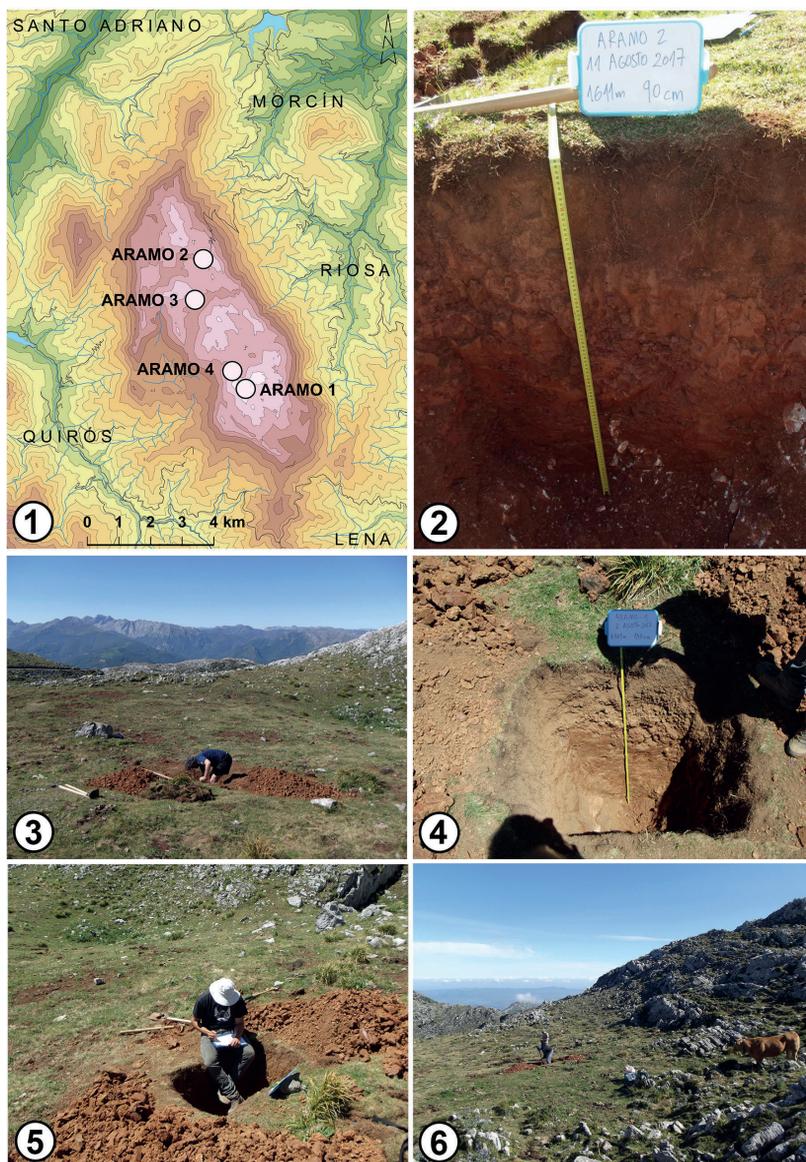


FIGURA 3. Localización de los sondeos pedoantracológicos de la Sierra del Aramo (1) e imágenes de los trabajos en ARAMO 1 (fotografías 3, 4 y 5) y ARAMO 2 (fotografías 2 y 6).

tano acidificado y un tanto nitrificado. Los afloramientos rocosos circundantes presentan matas de *Genista hispanica* subsp. *occidentalis* y vegetación casmófito con *Ribes alpinum*, *Berberis vulgaris* subsp. *cantabrica* y *Rhamnus alpina*. Se alcanzó la roca madre profundizando hasta los 100 cm, obteniéndose un perfil limpio de 90 cm. Su descripción es sencilla: un suelo Cryorthent típico con un horizonte A de 10-15 cm y una transición mínima a las arcillas de descalcificación con un mayor contenido rocoso hacia el fondo.

El perfil de la fosa ARAMO 1 se dividió en seis niveles de los que se extrajeron muestras con un peso total de 34,1 kg en seco. El muestreo tuvo mayor precisión en la parte superior, con tres niveles para los 40 primeros centímetros, puesto que por debajo se extendía un depósito de arcillas de profundidad desconocida que, *a priori*, contendría menos información. ARAMO 2, por su parte, fue analizada a partir de cinco niveles que, una vez secados para obtener el peso sin agua de la muestra (y que tengan mayor significancia los carbones), pesaron en conjunto 36,4 kg.

Cada uno de los niveles fue tamizado al agua con tamices homologados (ISO 3310/1, ASTM E11-17) de 50 cm de diámetro y luces de 5 mm, 2 mm y 0,8 mm. Una vez secadas, las muestras fueron clasificadas y guardadas para el posterior aislamiento de los fragmentos de carbón. La separación de los carbones se realizó manualmente en el Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo con una lupa binocular (juegos oculares de 20x y objetivos de hasta 4,5x).

La identificación de los carbones se ha llevado a cabo bajo microscopio en diversos departamentos y organismos, a saber, en el de Prehistoria, en el Área de Microscopía confocal de los Servicios Científico Técnico, en el de Petrología y Geoquímica de la Universidad de Oviedo y, finalmente, en el laboratorio de Antracología del GEODE (Toulouse), donde han sido verificados por especialistas. Se han utilizado aparatos de las casas Leica, Olympus y Nikon con luz reflectante (episcópicos) con lentes de magnificación de 100x, 200x y 500x.

Las claves de identificación se han obtenido de los atlas de anatomía de la madera (Jacquot, 1973; Schweingruber, 1990a y 1990b; Vernet *et al.*, 2001; Wheeler, 2011) y las colecciones de referencia. En este sentido, se han consultado las maderas carbonizadas depositadas en el GEODE procedentes de los Pirineos (vertientes norte y sur) y se ha realizado una colección de referencia propia de maderas actuales del Macizo Asturiano, concretamente, de la Sierra del Aramo, en el horno de carbonización del GEODE. Se han separado tres repertorios para ser custodiadas y utilizadas en el GEODE de Toulouse, en el GRAMP de Barcelona y en el Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo.

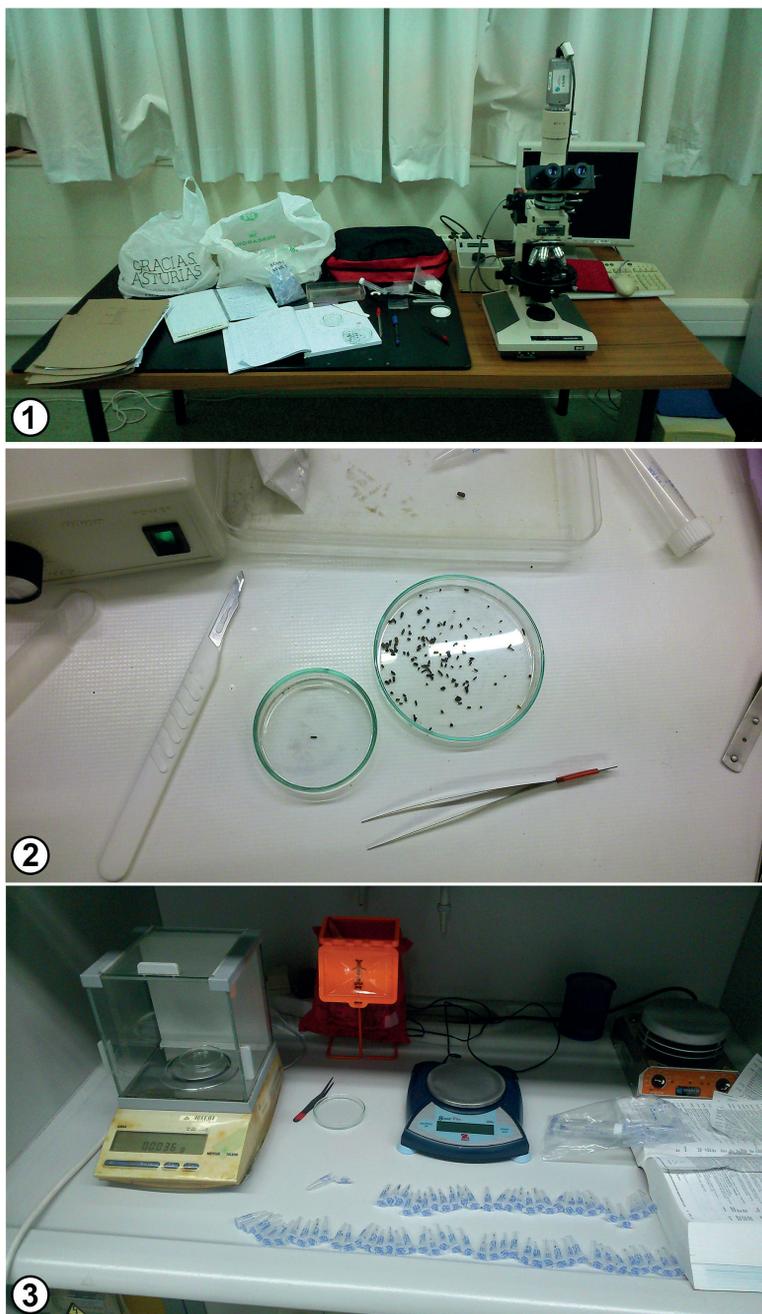


FIGURA 4. Fotografías de algunas de las labores realizadas para el análisis pedostratigráfico en Servicios Científico Técnico y el Departamento de Prehistoria de la Universidad de Oviedo (Beato, 2018).

Concluidas las identificaciones se pesaron todos los fragmentos de carbón en una báscula de precisión de los Servicios Científico Técnico de la Universidad de Oviedo, con la finalidad de calcular posteriormente la antracomasa, esto es, la relación entre los carbones (en mg) y el material tamizado sin la fracción superior a 5 mm (en kg). En concreto, se calculó la antracomasa específica taxonómica por muestreo, la antracomasa específica por nivel y la antracomasa específica general.

Además, siete fragmentos de carbón de las dos fosas fueron datados por carbono 14 (AMS radiocarbono) en el Poznań Radiocarbon Laboratory (Polonia). La selección de las piezas se realizó en función de los taxones identificados y su posición (profundidad) en el perfil del suelo, así como por el peso (el mínimo para poder ser datado es de 4 mg). Las fechas de radiocarbono se han calibrado utilizando el programa OXCAL 4.3 (Bronk, 2017) y la curva de calibración IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013).

Las labores de identificación y pesado ofrecen unos resultados preliminares interesantes a la espera de completar los otros dos análisis pendientes y finalizar los transectos con más fosas pedoantracológicas que nos permitan una reconstrucción más precisa de la evolución de la cubierta vegetal y los eventos de incendio. De ARAMO 1 cabe señalar la escasa antracomasa general (28,77 mg/kg), especialmente en los niveles inferiores donde apenas se han encontrado carbones, tal y como cabía esperar por su condición de depósito antiguo de arcillas de descalcificación. Aun así, se han hallado algunos fragmentos que no han podido ser identificados con precisión por su mal estado, vitrificación y nimio tamaño. Es el mismo caso de los niveles superiores, aunque sí se consiguieron algunas identificaciones.

En efecto, la mayor parte de las piezas de carbón se corresponden con pequeñas ramitas muy vitrificadas en las que apenas había estructuras celulares que analizar entre la corteza y la médula. Por esto, en la mayoría de los casos el plano transversal se encontraba fundido, no se podían apreciar radios y únicamente se constataba la existencia de vasos (poros en el transversal) y estructuras propias de las angiospermas.

Así mismo, es necesario destacar el hallazgo de carbones de leñosas que hoy en día no se encuentran a esta altitud en el Aramo ni en las cercanías del punto de sondeo. En concreto, se recopilaron 3 fragmentos de *Fagus*, 4 de *Ilex*, 2 de *Corylus* y 12 correspondientes a *Ericaceae*. En los roquedos, a unos 100-150 m por debajo del área analizada (1.550-1.600 de altitud), sí aparecen ejemplares arbustivos de *Juniperus alpina* y *Taxus baccata* de los que se han recuperado 3 piezas de cada taxón además de otro de una conífera sin determinar. Pero sin duda, lo más llamativo ha sido la

aparición de 158 fragmentos (0,454 gr) de angiospermas sin determinar, que en su mayoría se corresponden con ramas de tamaño nimio y otras demasiado vitrificadas para concretar más la identificación.

En cuanto a ARAMO 2, los resultados han sido más fructíferos por la cantidad de carbones, su estado y el peso de algunos fragmentos. Si bien es cierto que la antracomasa es de nuevo muy pobre (23,75 mg/kg), no obstante, los dos niveles más superficiales concentran la mayor parte de las

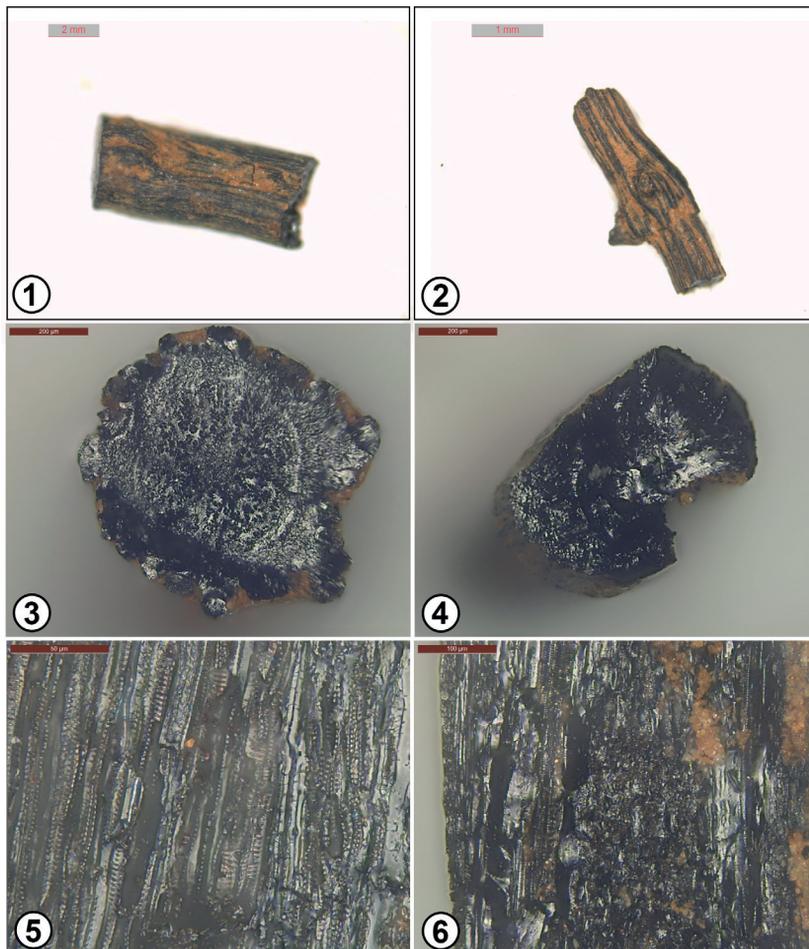


FIGURA 5. 1 y 2) Fotografías de sendas ramitas mediante lupa binocular electrónica Leica del GEODE (escalas de 2 y 1 mm respectivamente). 3 y 4) Fotografías tomadas con microscopio Leica del GEODE de dos planos transversales representativos de los correspondientes a un gran número de ramitas de angiospermas vitrificadas (escala 200 μm). 5 y 6) Fotografías de los planos radiales de las muestras anteriores (escalas de 50 μm y 100 μm respectivamente) (Beato, 2018).

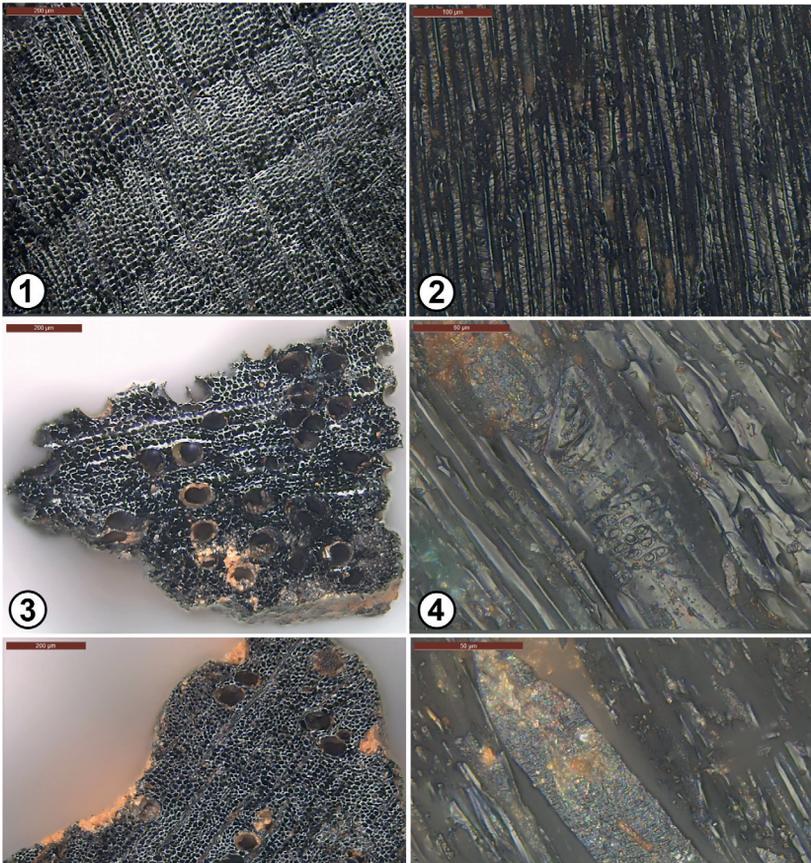


FIGURA 6. 1) Plano transversal de *Taxus baccata*: sin canales resiníferos, transición gradual de madera temprana a tardía, traqueidas de paredes gruesas. 2) Plano tangencial de *Taxus baccata* en el que se pueden apreciar radios unicelulares sin traqueidas transversales, de 5 a 12 células de alto y claros engrosamientos espirales. 3) Plano transversal de *Salix*: madera difusa, poros solitarios y en grupos radiales de 2 y 3 poros. 4) Plano radial de *Salix*. Obsérvese el tejido celular compuesto únicamente por fibras libriformes y las grandes puntuaciones intervasculares. 5) Plano transversal de *Betula*: madera difusa, poros normalmente en grupos regulares radiales de 2 a 4 poros. 6) Típica puntuación intravascular muy abundante y de tamaño pequeño sobre vaso de *Betula* en plano radial (Beato, Poblete y Cunill, 2019).

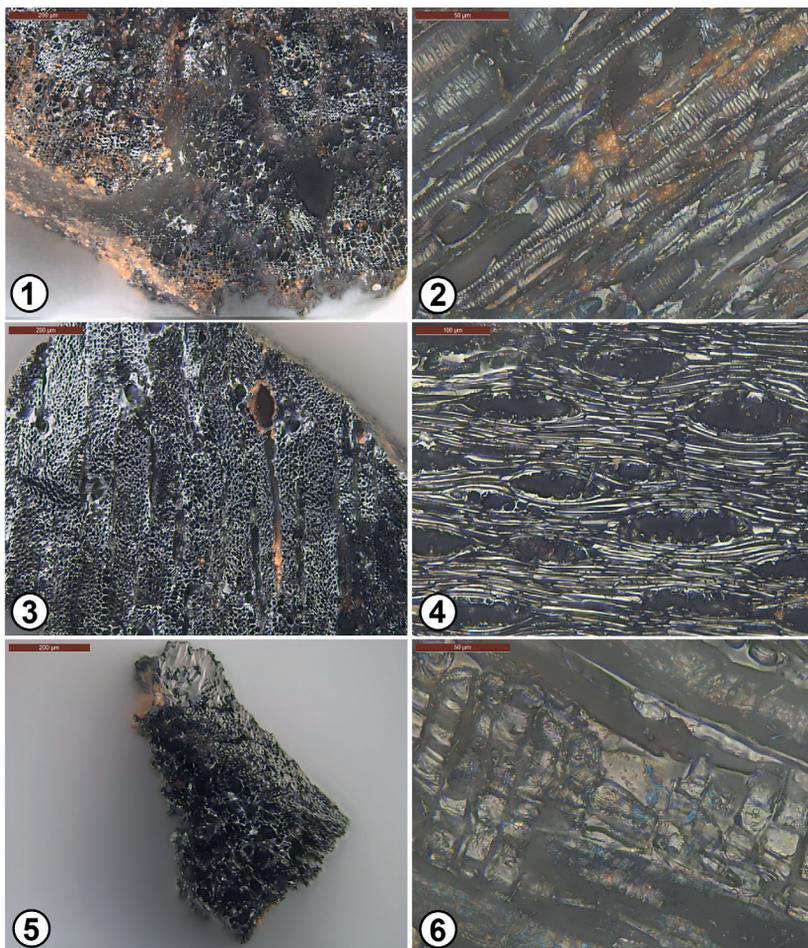


FIGURA 7. 1) Madera semidifusa de un transversal de *Prunus* con clústers radiales de poros, fibrotraqueidas de paredes gruesas y parénquima apotraqueal difusa. 2) Fibrotraqueidas y vasos con engrosamientos espirales de *Prunus*. 3) Plano transversal de *Fraxinus* con poros aislados o en pares radiales con parénquima circumvascular y paratraqueal. 4) Radios bi y triseriados de *Fraxinus*. 5) Plano transversal de *Quercus planocaducifolio* con la típica distribución de poros con forma de llama y parénquima apotraqueal. 6) Radios homogéneos de *Quercus planocaducifolio* y vasos con traqueidas vasculares (Beato, 2018).

muestras (0,72 gr de los 0,8 totales). Aunque el número de angiospermas (sin especificar) es de nuevo muy alto (83 piezas con un peso conjunto de 0,2 gr), el taxón que predomina entre las identificaciones es *Taxus baccata* con un peso total de 0,21 gr y presente en todos los niveles del sondeo, incluso en los inferiores donde apenas se encontraron carbones y son todos mono-específicos.

Otro hecho significativo es la mayor diversidad taxonómica y de elementos potencialmente arbóreos como *Salix*, *Betula*, *Quercus* (planocaducifolio) y *Fraxinus*. En la actualidad, ninguno de estos ni otros taxones alcanza una altitud superior a los 1.600 m en todo el Aramo. En cuanto a las arbustivas: *Corylus*, *Prunus*, *Ericaceae* y *Leguminosae* alcanzan cotas cercanas pero inferiores y no cerca del punto de sondeo. Sólo *Berberis* fue identificada en un roquedo cercano.

En definitiva, ha sido un hallazgo muy elocuente y relevante encontrar en ámbitos absolutamente deforestados en la actualidad, utilizados como pastizales desde tiempos inmemoriales, carbones correspondientes a especies potencialmente arbóreas. Si bien ARAMO 1 presenta una mayor pobreza como se corresponde a unas condiciones más duras para las plantas debido a la altitud, ARAMO 2 (aun así por encima de los 1.600 m) muestra una gran biodiversidad. Es revelador en sendos casos la presencia también de *Corylus*, *Ilex*, *Juniperus*, ericáceas y, especialmente de *Taxus*.

A la par, un hecho muy notable es la baja antracomasa general. La relación entre el peso de los fragmentos de carbón y el suelo extraído seco muestra cifras similares a las obtenidas en estudios pedoantracológicos en el límite superior del bosque en los Pirineos, a mucha mayor altitud. Cunill (2010) y Cunill *et al.* (2012 y 2013) examinaron antracomasas en torno a los 100 mg/kg entre los 1.995 m y los 2.200 m de altitud, así como cercanas a los 10 mg/kg desde los 2.300 m hasta los 2.500 m. Nada que ver con los resultados de montañas mediterráneas como la Sierra de Gredos, donde a 1.700 m García Álvarez *et al.* (2017) han calculado 23.487,03 mg/kg y a 2.200 m 2.678,31 mg/kg; ni con los máximos de fosas pedoantracológicas de espacios montanos más xéricos y a menor altitud (1.300-1.400 m) como Sierra Bermeja, donde un solo nivel sobrepasó los 74.000 mg/kg (Gómez-Zotano *et al.*, 2017; Olmedo-Cobo *et al.*, 2017) Obviamente, esto puede estar relacionado con un escaso número de incendios o unas circunstancias locales peculiares para la conservación de los carbones. Sin embargo, no existen estudios actualmente que indiquen este tipo de suelos, litologías y usos antrópicos pasados y recientes como especialmente dañinos para la conservación de los carbones. A la espera de nuevas prospecciones en el Aramo, la hipótesis más razonable es la de escasos eventos de fuego.

Las dataciones pueden ayudar a comprender esto, pero, el escaso peso de los fragmentos y las limitaciones económicas han restringido el análisis a unas pocas muestras, todas ellas correspondientes a especies arbóreas. Los resultados son muy expresivos toda vez que 6 de las 7 muestras tienen una edad entre 3.355 y 3.450 años BP. La única que se encuentra fuera de ese rango es un fragmento de *Fagus* subactual que, por desgracia, fue el único carbón de los hallados en ARAMO 1 con peso suficiente para ser datado. A riesgo de ser reiterativo, es importante subrayar que el haya no llega ni siquiera en forma arbustiva a estas cotas y, sin embargo, en algún momento reciente sí lo ha hecho. En lo que respecta a ARAMO 2, que concentra el grueso de las dataciones, se constata la migración de partículas dentro del suelo, máxime cuando fragmentos de la misma fecha aparecen con una distancia de 60 cm de profundidad y unos más antiguos aparecen sobre otros más recientes. Sea como fuere, sabemos que, en un rango temporal de 100 años y en plena Edad del Bronce, hubo uno o varios incendios que calcinaron la cubierta forestal del punto muestreado. En concreto, se trataba de un bosque mixto de tejos y planocaducifolios similar a la comunidad relicta de Vatsongo, en la que tampoco se desarrollan actualmente hayas.

Estas dataciones vienen a corroborar los datos de otras zonas del Aramo (Blas, 2012 y 2014; Blas *et al.*, 2013; Blas y Rodríguez, 2015) que indican la Edad del Bronce como un periodo de fuerte presencia humana, de colonización de las cumbres y de desarrollo de diversas actividades de origen neolítico. La construcción de elementos funerarios y místicos-religiosos, la caza y la recolección, la minería, así como un indudable pastoralismo requirieron materias primas como la leña, procedente de las comunidades vegetales locales contemporáneas de aquel tiempo y, por supuesto, la apertura de claros en los bosques que cubrirían buena parte de la sierra. No obstante, la aplicación del método pedoantracológico podría aclarar muchas dudas y despejar incógnitas que quedan todavía por resolver. Por ejemplo, no se ha obtenido información sobre cuál ha sido la recurrencia del fuego fundamental para eliminar la cubierta arbórea y el mantenimiento de los pastos generados, si es que esta actividad se ha producido.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

No cabe duda de que el método pedoantracológico puede complementar a otras técnicas paleoecológicas y aportar datos muy relevantes para el conocimiento de la evolución del paisaje en el Macizo Asturiano. La concesión de una ayuda de la Universidad de Oviedo para llevar a cabo el proyecto “La evolución de la vegetación en los puertos de montaña (Asturias Central) mediante pedoantracología” ha permitido ampliar la búsqueda de respuestas a otras localizaciones asturianas. Así, se han efectuado 7 sondeos pedoantracológicos a los que hay que añadir los efectuados previamente en la Sierra del Aramo cuyos resultados preliminares se han publicado en Beato *et al.* (2020, 2021a, 2021b y 2022). La metodología se ha implementado con el diseño de un transecto en el que se han seleccionado zonas de sondeo escalonadas de menor a mayor altitud tratando de tener información de los distintos pisos biogeográficos. El segundo criterio que se ha empleado es el de buscar áreas utilizadas tradicionalmente para el pasto extensivo que coinciden en todos los casos con puertos de baja, media y alta montaña. Así, la elección de los lugares donde realizar las fosas pedoantracológicas parten, en primer lugar, del objetivo de muestrear áreas deforestadas para buscar el origen de ese estado regresivo en la sucesión vegetal y la evolución histórica de las mismas. Por tanto, se han elegido enclaves ubicados en Montes de Utilidad Pública desde zonas bajas y cercanas a la costa (sondeos de la sierra de Los Faedos) hasta la divisoria cantábrica (en el Puerto de Ventana), cubriendo un desnivel de más de 1.200 m entre los 600 m del sondeo FAEDO 1 y los 1.827 m de VENTANA 1. Igualmente, se ha tratado de analizar suelos en diferentes contextos litológicos, topográficos, geomorfológicos y microclimáticos, como los depósitos en depresiones kársticas de la Sierra del Aramo, los crestones cuarcíticos de FAEDO 2 y VENTANA 2, las areniscas en laderas con soliflucción de VENTANA 2, los depósitos de coluviones periglaciares de FAEDO 1 y los interfluvios en pizarras y areniscas de los sondeos de Puertos de Marabio (Beato *et al.*, 2020, 2021a, 2021b y 2022).

Por el momento, se están descubriendo algunas cuestiones muy relevantes para completar el análisis de cómo fue la colonización de los espacios montanos por los grupos humanos, la transformación de los bosques en espacios agrarios y ganaderos y la gestión de estos mediante el fuego. Además, podemos arrojar luz sobre la historia geocológica de algunas especies vegetales arbóreas como el tejo, hasta ahora desconocida pues su polen no ha aparecido reflejado en los diagramas polínicos de la región asturiana. No obstante, según ampliamos el conocimiento de algunas localizaciones concretas donde se realizan los sondeos pedoantracológicos

surgen nuevas incógnitas, preguntas que anticipan la gran complejidad en la evolución de las relaciones entre los seres humanos y el medio natural, mucho más allá de las líneas generales que podemos y necesitamos definir para entender el mundo en que vivimos.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer sinceramente el apoyo de la Fundación Alvargonzález de Gijón por la concesión de la XXVI Ayuda a la Investigación “Ramón de la Sagra” para el proyecto *Dinámica paleoecológica del Macizo Central Asturiano a través de un transecto pedoantracológico*, en el marco del cual se inscribe el presente trabajo. Por otro lado, la puesta en marcha de la pedoantracología en el contexto cantábrico ha sido factible gracias a la generosidad y a la paciencia de Vanessa Py-Saragaglia y Raquel Cunill i Artigas para mi formación (en anatomía de la madera, el análisis de los carbones vegetales y el método pedoantracológico), así como a la inestimable ayuda de Jean Paul Métaillé, Didier Galop y el equipo científico, técnico y administrativo completo del GEODE (CNRS-Universidad de Toulouse II), además de Claude Dubois, Léonel Fouedjeu, Mélanie Saulnier y la familia Cobos (Toulouse-Otívar). Asimismo, este estudio no se hubiera realizado sin el apoyo y colaboración de Joan Manuel Soriano, Albert Pèlach, Ramón Pérez-Obiol y Juan Carlos García Codrón en las incursiones catalanas y cántabras en las que tanto aprendí. La parte desarrollada en Asturias ha contado con el trabajo y soporte de los miembros de i-Ge&ser, la familia Fernández-Conde de Las Casas del Puente (Salas), Héctor Rato, Sergio Rato e Ícaro Obeso Muñiz, sin olvidar el soporte técnico-infraestructural ofrecido por Marco de la Rasilla y el área de Prehistoria, Marta Alonso Guervós y los Servicios Científico Técnico, Francisco Javier Alonso Rodríguez y Ángel Rodríguez Rey de Petrología y Geoquímica, todos ellos de la Universidad de Oviedo, así como Manuel Rodríguez Rastrero de la Universidad Autónoma de Madrid por sus aportaciones en la descripción edáfica.

Por otra parte, agradecemos el permiso para difundir parte de los resultados publicados en el Boletín de la Asociación Española de Geografía (Beato, Poblete y Cunill, 2019) y Documents d’Anàlisi Geogràfica (Beato, Marino, Poblete, Cunill y Rodríguez, 2021), y la concesión de la ayuda PAPI-20-EMERG-2 “La evolución de la vegetación en los puertos de montaña (Asturias Central) mediante pedoantracología” de la Universidad de Oviedo.

REFERENCIAS

- Aguilar, C.A. 1963. *Estudio palinológico de la turbera de Buelna-La Franca (Asturias)*. Tesis de Licenciatura (inédita). Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
- Allen, J.R.M., Huntley, B. and Watts, W.A. 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14,000 years. *Journal of Quaternary Science*, 11 (2), 125-147.
- Allué, E. 2003. Antracología. In: J.A. Gutiérrez González (ed.) *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*. Ayuntamiento de Gijón, VTP editorial. Gijón, 375-382.
- Aramburu, C. and Bastida, F. (eds.) 1995. *Geología de Asturias*. Editorial Trea, Gijón, 314 pp.
- Arias, P., Armendariz, A. and Teira, L. 2005. El fenómeno megalítico en la región cantábrica. Estado de la cuestión. In: P. Arias, R. Ontañón and C. García (eds.) *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica, Santander*. Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria 1. Universidad de Cantabria, Santander, 751-759.
- Bal, M.C. 2006. *Constructions et dynamiques des espaces et des terrases agropastorales en zone intermédiaire des Pyrénées du Néolithique à nos jours (Cerdagne, Pays de Sault, Pays Basque). Approche archéoenvironnementale par la pédoanthracologie*. Tesis Doctoral (inédita). Universidad de Toulouse II. 280 pp.
- Bal, M.C. and Métaillé, J.P. 2005. Propositions méthodologiques pour l'étude des feux agro-sylvopastoraux en montagne pyrénéenne. Évaluation qualitative et quantitative des résidus d'incendies à partir des analyses pédoanthracologiques. *Anthropozoologica*, 40, 81-93.
- Bal, M.C., Rendu, C., Ruas, M. and Campmajo, P. 2010. Paleosol charcoal: reconstructing vegetation history in relation to agro-pastoral activities since the Neolithic. A case study in the Eastern French Pyrenees. *J. Archaeol. Sci.*, 37 (8), 1.785-1.797.
- Bal, M.C., Pélachs, A., Perez-Obiol, R., Julia, R. and Cunill, R. 2011. Fire history and human activities during the last 3300cal yr BP in Spain's Central Pyrenees: The case of the Estany de Burg. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 300 (1-4), 179-190.
- Bal, M.C., Allée, P. and Liard, M. 2015. The origins of a *Nardus stricta* grassland through soil charcoal analyses: reconstructing the history of a mountain cultural landscape (Mont Lozère, France) since the Neolithic. *Quat. Int.*, 366, 3-14.
- Beato, S. 2012a. *La construcción del paisaje en la Sierra del Aramo. El caso de la parroquia de Bermiego*. Trabajo de Fin de Máster (inédito), Universidad de Oviedo, Oviedo, 80 pp.

- Beato, S. 2012b. *El paisaje natural de la Sierra del Aramo*. Tesina de Licenciatura (inédita), Universidad de Oviedo, Oviedo, 210 pp.
- Beato, S. 2012c. El paisaje vegetal de la Sierra del Aramo, un medio de montaña en transformación (Montaña Central de Asturias). In: R. Cunill, A. Pèlach, R. Pérez Obiol y J. M. Soriano (eds.): *Las zonas de montaña: gestión y biodiversidad*, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, 315-321.
- Beato, S. 2018. El patrimonio natural de la Sierra del Aramo (Montaña Central Asturiana) y la evolución de su paisaje. Tesis Doctoral inédita. Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo.
- Beato, S., Poblete, M. Á. and Marino, J. L. 2016a. Hábitats forestales de interés comunitario en la Sierra del Aramo (Montaña Central Asturiana, España), lugar de encuentro entre dos distritos biogeográficos contrastados. In: J. Gómez Zotano, J. Arias García, J.A. Olmedo Cobo and J.L Serrano Montes (eds.) *Avances en Biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras*. Ediciones de la Universidad de Granada, Tundra, Granada, 144-153.
- Beato, S., Poblete, M. Á. and Marino, J. L. 2016b. La expansión del matorral y su caracterización biogeográfica en la Sierra del Aramo (Montaña Central Asturiana, España). In: J. Gómez Zotano, J. Arias García, J.A. Olmedo Cobo y J.L Serrano Montes (eds.): *Avances en Biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras*. Ediciones de la Universidad de Granada, Tundra, Granada, 494-502.
- Beato, S., Poblete, M. Á. y Cunill, R. 2019. *Taxus baccata* en la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 81, 2772: 1–30. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2772>
- Beato, S., Poblete, M.A., Marino, J.L. y Cunill, R. 2020. Aproximación pedoantracológica a la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano). In: V. Carracedo, J.C. García-Codron, C. Garmendia y V. Rivas (eds.): *Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad. XI Congreso Español y I Congreso Iberoamericano de Biogeografía. Santander (España), 22-25 de junio*. Asociación de Geógrafos Españoles, Santander, 31-40.
- Beato, S., Marino, J.L., Poblete, M.A., Cunill, R., Rodríguez, J.M. 2021a. Les pastures de muntanya de la Serra de l'Aramo (Massís Central Asturià): anàlisi geocològica, evolució històrica i dinàmica recent. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 67(1), 5-32. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.654>
- Beato, S., Cunill, R., García, S., Marino, J.L., Poblete, M.A., Rodríguez, C. 2021b. Transecto pedoantracológico en el macizo asturiano: primeros resultados sobre la evolución del paisaje vegetal. In: J.L. García (ed. lit.): *Geografía, cambio global y sostenibilidad. Comunicaciones del XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía.: Tomo I: Naturaleza, transformación territorial y paisaje*. Asociación Española de Geografía y Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna, 843-853.
- Beato, S., Cunill, R., García, S., Marino, J.L., Poblete, M.A., Rodríguez, C. 2022. Evolución del paisaje vegetal del Macizo Asturiano: resultados prelimi-

- nares de un transecto pedoantracológico. In: S. Beato, M. Poblete y C. Rodríguez (eds.): *La naturaleza atlántica: hábitats, patrimonio y vulnerabilidad*. Delallama editorial, Oviedo, 207-216.
- Beug, H.J. 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Pfeil, Munich.
- Blas, M. Á. de, 1990: Pastores, agricultores y metalúrgicos. El Neolítico y la Edad del Bronce. *Historia de Asturias, I*. La Nueva España, Oviedo, 101-120.
- Blas, M. Á. de, 2012. Beneficio y consagración de las cumbres: el caso de “Los Fitos” y la concurrencia Neolítico-Bronce antiguo en el área megalítica de La Cobertoria, Asturias. In: J. R. Muñiz (coord.) *Ad orientem. Del final del paleolítico en el norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente próximo. Estudios en homenaje al profesor Juan Antonio Fernández -Tresgüerras Velasco*. Ediciones de la Universidad de Oviedo, Ménsula Ediciones, Oviedo, 307-347.
- Blas, M. Á. de, 2013. IV^o milenio a. de C.: los monumentos sepulcrales del Puerto de la Cobertoria (Quirós) y el dominio de las cumbres por las sociedades neolíticas. In: M. Á. de Blas Cortina (coord.) *De neandertales a albigones: cuatro lugares esenciales de la Prehistoria en Asturias*. Real Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo, 69-138.
- Blas, M. Á. de, 2014. El laboreo del cobre en la Sierra del Aramo (Asturias) como referente cardinal de la minería prehistórica en la región cantábrica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 24, 45-84.
- Blas, M. Á. de, and Rodríguez, F. 2015. La cuestión campaniforme en el Cantábrico central y las minas de cobre prehistóricas de la sierra del Aramo. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 41, 165-179
- Blas, M. Á. de, Rodríguez, F. and Suárez, M. 2013. De las labores subterráneas a las actividades metalúrgicas en el exterior: Investigaciones 2007-2012 en las minas de cobre prehistóricas de la Sierra del Aramo (“La Campa les Mines”), concejo de Riosa, *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 2003-2006*, Oviedo, 169-187.
- Bronk, C. 2017. OxCal [WWW program] version 4.3. *Oxford Radiocarbon Accelerator Unit: University of Oxford*. Disponible en <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html>.
- Burjachs, F. 2001. Informe del análisis polínico del yacimiento arqueológico de La Campa Torres (Asturias). In: J.L. Maya González and F. Cuesta Toribio (eds.) *El castro de la Campa Torres*. Gijón, pp. 297-305.
- Burjachs, F. 2003. Palinología. In: J.A. Gutiérrez González (ed.) *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*. Ayuntamiento de Gijón, VTP editorial. Gijón, pp. 363-374.
- Buxó, R. and Echave, C. 2001a. Estudio de los restos paleoarqueológicos del yacimiento de La Campa Torres (Gijón, Asturias). In: J.L. Maya González and F. Cuesta Toribio (eds.) *El castro de la Campa Torres*. Gijón, pp. 307-310.

- Buxó, R. and Echave, C. 2001b. Análisis de una nueva muestra de semillas procedente del yacimiento de La Campa Torres. In: J.L. Maya González and F. Cuesta Toribio (eds.) *El castro de la Campa Torres*. Gijón, 311.
- Carcaillet, C. 2001. Are Holocene wood-charcoal fragments stratified in alpine and subalpine soils? Evidence from the Alps based on AMS ^{14}C dates. *Holocene*, 11, 231–242.
- Carcaillet, C. and Thinon, M. 1996. Pedoanthracological contribution to the study of the evolution of the upper treeline in the Maurienne valley (North French Alps): methodology and preliminary data. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 91, 399–416.
- Carcaillet, C., Bergman, I., Delorme, S., Hornberg, G., and Zackrisson, O. 2007. Long-term fire frequency not linked to prehistoric occupations in northern Swedish boreal forest. *Ecology*, 88(2), 465–477.
- Carracedo, V. 2015. *Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria*. Tesis Doctoral (inérita). Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria, Santander.
- Carracedo, V., Cunill, R., García-Codron, J. C., Pèlachs Mañosa, A., Pérez Obiol, R. y Soriano López, J. M. 2017. Fuentes para la geografía histórica de los incendios forestales. Algunas consideraciones metodológicas. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 56 (3), 66–89.
- Carracedo, V., Cunill, R., García-Codron, J. C., Pèlachs Mañosa, A., Pérez Obiol, R. y Soriano López, J. M. 2018. History of fires and vegetation since the Neolithic in the Cantabrian Mountains (Spain). *Land Degrad Dev.*, 29, 2.060–2.072.
- Catalán, J., A. *et al.* 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. In: L. Ramírez and B. Asensio (eds.) *Proyectos de Investigación en parques nacionales 2009–2012*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 71–92.
- Conedera, M., Tinner, W., Nef, C., Meurer, M., Dickens, A.F. and Krebs, P. 2009: Reconstructing past fire regimes: Methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quaternary Science Reviews*, 28(5), 555–576.
- Costa, M., Morla, C. y Sainz, H. (eds.) 2001. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona.
- Cunill, R. 2010. *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona de Plaús de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català. Pedoanthracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals*. Tesis Doctoral (inérita). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 243 pp.

- Cunill, R., Soriano, J.M., Bal, M.C., Pèlachs, A. and Pérez-Obiol, R. 2012. Holocene treeline changes on the south slope of the Pyrenees: a pedoanthracological analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21, 373-384.
- Cunill, R., Soriano, J.M., Bal, M.C., Pèlachs, A., Rodríguez, J.M. and Pérez-Obiol, R. 2013. Holocene high-altitude vegetation dynamics in the Pyrenees: a pedoanthracology contribution to an interdisciplinary approach. *Quat. Int.*, 289, 60–70.
- Cunill, R., Métaillé, J.P., Galop, D., Poublanc, S. and Munnik, N. de, 2015. Palaeoecological study of Pyrenean lowland fir forests: Exploring mid-late Holocene history of *Abies alba* in Montbrun (Ariège, France). *Quat. Int.*, 366, 37-50.
- Díaz, T.E., Blas, M.A. de, and Gutiérrez, M.I. 2002. Estudio e identificación de restos de madera quemada procedentes del Túmulo XII de la estación megalítica de Monte Areo (Carreño, Asturias). *Boletín de Ciencias de la Naturaleza del R.I.D.E.A.*, 48, 273-290.
- Dupré, M. 1985. Contribución del análisis polínico al conocimiento del paleoambiente en España. Tesis Doctoral. Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Valencia.
- Dupré, M. 1986. Contribution de l'analyse pollinique a la connaissance du paléoenvironnement en Espagne. *L'Anthropologie*, 90 (3), 589-591.
- Dupré, M. 1988. *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. Trabajos Varios del S.I.P., 84. Diputación provincial de Valencia, Valencia, 176 pp.
- Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., Palet, J.M. and 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. *J. Archaeol. Sci.*, 37, 1468–1479.
- Feiss, T., Horen, H., Brasseur, B., Buridant, J., Gallet-Moron, E. and Decocq, G. 2017. Historical ecology of lowland forests: Does pedoanthracology support historical and archaeological data? *Quaternary International*, 457, 99-112.
- Fernández-Eraso, J., Blas-Cortina, M.A. de, Delibes de Castro, G., García-Gazólaz, J., Iriarte-Chiapusso, M.J. and Rodanés-Vicente, J.M. 2009. Mesolítico y Neolítico: Pasado, presente y futuro de las investigaciones. In: A. Llanos (ed.) *Medio siglo de arqueología en el Cantábrico Oriental y su entorno. Actas del Congreso Internacional*. Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz, 73–114.
- Fernández-Eraso, J., Mujika, J.A. and Peñalver, X. 2010. Hábitat y mundo funerario en la Prehistoria reciente del País Vasco: nuevas evidencias. *Munibe*, (suplemento 32), 250–269.
- Fernández Mier, M. 2013. Arqueología agraria del Noroeste peninsular. Líneas de investigación sobre un paisaje multifuncional. El ejemplo de Asturias.

- In: A. García Porras (ed.) *Arqueología de la producción en época medieval*. Granada, 409-432.
- Fesenmyer, K.A. and Christensen, N.L. 2010. Reconstructing Holocene fire history in a southern Appalachian forest using soil charcoal. *Ecology*, 91, 662-670.
- Fombella, M.A. y E. García-Rovés 2006a. Análisis polínico del yacimiento de Santa María de Raíces, Castrillón (Asturias). In: E. Fernández-Martínez (ed.) *XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Libro de resúmenes*. Universidad de León, León, 37-38.
- Fombella, M.A. and García-Rovés, E. 2006b. Estudio palinológico del Castro de Llagú, Latores (Oviedo). In: E. Fernández-Martínez (ed.) *XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Libro de resúmenes*. Universidad de León, León, 39-40.
- Fombella, M.A., Andrade, A., Puente, E., Penas, A., Alonso, E., Matías, R. and García-Rovés, E. 2001. Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación en la turbera del puerto de San Isidro (León, España). In: M.A. Fombella Blanco, D. Fernández González and R.M. Valencia Barrera (eds.) *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León, 79-86.
- Fombella, M.A., García-Rovés, E. and Puente, E. 2003. Comparative palynological analysis between the San Isidro and Leitariagos Holocene sequences, NW Spain. *Acta Palaeontologica Sinica*, 42 (1), 111-117.
- Fombella, M.A., García-Rovés, E. and Puente, E. 2004. Environmental and climatic changes inferred from the pollen sequence of San Isidro, León, NW Spain. *Polen*, 14, 483-484.
- Franco, F., García, M., Maldonado, J., Morla, C. and Sainz, H. 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene*, 11 (3), 343-358.
- 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, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse, 285 pp.
- Galop, D. 2005. La conquête de la montagne pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformations des paysages à partir des données polliniques. In: J. Guilaine, (ed.) *Populations néolithiques et environnements*. Séminaire du Collège de France, Éditions Errance, Paris, 279-295.
- Galop, D. and 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. *Vég. Hist. Archaeobotany*, 3, 225-244.
- Galop, D., Mazier, F., López-Sáez, J.A. and Vannière, B. 2004. Palinologie 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.

- Galop D., Rius, D., Cugny, C. and Mazier, F. 2013. A history of long-term human-environment interactions in the French Pyrenees inferred from the pollen data. Continuity and change in cultural adaptation to mountain environments. From prehistory to contemporary threats. In: L.R. Lozny (ed.) *Continuity and Change in Cultural Adaptation to Mountain Environments. From Prehistory to Contemporary Threats*. Studies in Human Ecology and Adaptation 7, Springer, 19-30.
- García Álvarez, S., Bal, M.C., Allée, P., García-Amorena, I. and Rubiales, J. M. 2017. Holocene treeline history of a high-mountain landscape inferred from soil charcoal: The case of Sierra de Gredos (Iberian Central System, SW Europe). *Quat. Int.*, 457, 85-98.
- García-Amorena, I. 2007. *Evolución de los bosques en la costa Atlántica ibérica durante el Cuaternario*. Implicaciones paleoclimáticas. Tesis Doctoral inédita. Silvopascicultura / E.T.S.I. Montes (Universidad Politécnica de Madrid), 220 pp.
- García-Amorena, I., Morla, C., Rubiales, J.M. and Gómez, F. 2008. Taxonomic composition of the northern coast of Spain, as determined from their macroremains. *The Holocene*, 18 (5), 819-829.
- García Antón, M., Gil, G., Pagés, J.L. and Alonso, A. 2006. The Holocene pollen record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, North Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237, 280-292.
- García Antón *et al.*, 2002
- Gassiot, E., Rodríguez, D., Burjachs, F., Antolín, F. and 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-Serin, M.C. and Mazzucco, N. 2014. La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental. *Trab. Prehist.*, 71 (2), 261-281.
- Gil, M.J., Ruiz, M.B., Dorado, M. and Valdeolmillos, A. 2003. El paisaje vegetal en el entorno del castro de Samartín (Asturias): estudio polínico. *Polen*, 13, 45-53.
- Gómez-Orellana, R., Ramil-Rego, P. and Iriarte, M.J. 2000. *Resultados obtenidos a partir del análisis polínico del sedimento recogido en un dolmen (Monte Areo V) y un túmulo (Monte Areo XII) emplazados en el entorno de Monte Areo (Asturias)*. Informe inédito.
- Gómez-Zotano, J., Olmedo-Cobo, J. A., Cunill-Artigas, R. and Martínez-Ibarra, E. 2017. Descubrimiento y caracterización geográfica de una depresión ultramáfica en Sierra Bermeja: nuevos datos geomorfoedáficos, fitogeográficos y paleoecológicos. *Pirineos*, 172, e026. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/Pirineos.2017.172001>.

- González-Morales, M.R. 2012. Cantabria. In: M. Rojo, R. Garrido and I. García-Martínez de Lagrán (eds.) *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Cátedra, Madrid, 255–290.
- González, M.R., Márquez, M.C., Díaz, T.E., Ortea, J.A. and Volman, K.C. 1980. El conchero asturiense de la cueva de Mazaculos II (La Franca, Asturias): Campañas de 1976-1978. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 9, 35-64.
- Havinga, A.J. 1964. 64 Investigations into the Differential Corrosion Susceptibility of Pollen and Spores. *Pollen et Spores*, 6, 621-635.
- Havinga, A.J. 1967. Palynology and pollen preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2(1-4), 81-98.
- Jacquot, C. 1973. *Atlas d'anatomie des bois des angiospermes*. Centre Technique du Bois, Paris, 175 pp.
- Jiménez, M., Ruiz, M.B., Farias, P., Dorado, M., Gil, M.J. and Valdeolmillos, A. 2003. Palaeoenvironmental research in Cantabrian Mountains: Redes Natural Park and Comella Basin. In: M.B. Ruiz Zapata, M. Dorado Valiño, A. Valdeolmillo Rodríguez, M.J. Gil García, T. Bardají Azcárate, I. Bustamante Gutiérrez and I. Martínez Mendizábal (eds.) *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá de Henares, Ministerio de Ciencia y Tecnología e INQUA, Alcalá de Henares, 229-240.
- Jiménez-Sánchez, M., González-Álvarez, I., Requejo-Pagés, O. and Ruiz-Zapata, M.B. 2004. Geoarqueología en los yacimientos romanos de Paredes (Asturias): aspectos geomorfológicos. In: G. Benito and A. Díez Herrero (eds.) *Contribuciones recientes sobre Geomorfología, Actas de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología, Toledo*. SEG y CSIC, Madrid, Volumen I, 193-201.
- Jiménez-Sánchez, M., Ruiz-Zapata, M.B., Gil, M.J., Bischoff, J.L., Aranburu, A. and Stoll, H.M. 2007. Evolución cuaternaria de cuevas de la costa Cantábrica en el relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO de España). In J.J. Durán, P.A. Robledo and J. Vázquez (eds.) *Cuevas turísticas: aportación al desarrollo sostenible*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 24, Madrid, 243-252.
- Kohler, T. and Maselli, D. 2009. *Mountains and climate change: from understanding to action*. Geographica Bernensia, Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), Bern, 74 pp.
- Leroi-Gourhan, A. 1986. V. The palynology of La Riera cave. In: L.G. Straus and G.A. Clark: *Anthropological Papers*, 36, 59-64.
- López García, P. 1981. Análisis polínico del yacimiento de Los Azules (Cangas de Onís, Oviedo). *Botanica Macaronesica*, 8-9, 243-248.
- López-Merino, L. 2009. *Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid, CSIC. 274 pp.

- López-Merino, L., López Sáez, J.A. and López García, P. 2006. Estudio palinológico de la turbera litoral holocena de Las Dueñas (Cudillero, Asturias, España). *Revista Española de Micropaleontología*, 38 (2-3), 299-308.
- López-Merino, L., López Sáez, J.A., Ruiz, M.B. and Gil, 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.
- López-Merino, L., Martínez-Cortizas, A. and López Sáez, J.A. 2010. Early agriculture and palaeoenvironmental history in the north of the Iberian Peninsula: A multi-proxy analysis of the Monte Aréo mire (Asturias, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 37, 1.978–1.988.
- López-Sáez, J.A., López-García, P. and López-Merino, L. 2006. El impacto humano en la Cordillera Cantábrica: Estudios palinológicos durante el Holoceno medio. In: J.M. Maillo and E. Baquedano (eds.) *Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrear*. Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, 122–133.
- López-Sáez, J.A., Galop, D., Iriarte, M.J. and López-Merino, L. 2008. Paleoambiente y antropización en los Pirineos de Navarra durante el Holoceno Medio (VI-IV Milenios cal. BC): Una perspectiva palinológica. *Veleia*, 24-25. 645–653.
- Lozny, L.R. (ed.) 2013. *Continuity and Change in Cultural Adaptation to Mountain Environments. From Prehistory to Contemporary Threats*. Springer, Nueva York, 396 pp.
- Mariscal, B. 1996. Condiciones medioambientales durante la época romana en Gijón. Análisis polínico de las Termas de Campo Valdés. In: M.B. Ruiz Zapata *et al.* (eds.) *Estudios Palinológicos, XI Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 87-90.
- Mary, G., Beaulieu, J.L. de, and Médus, J. 1973. Un diagramme sporopollinique et des datations ^{14}C pour la tourbière du Llano Ronanzas (Asturies, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France*, C.R. suppl., XV (1.1), 37-38.
- McKeever, M.H. 1984. *Comparative palynological studies of two lake sites in western Ireland and northwestern Spain*. Tesis doctoral inédita. Trinity College, Dublin, Ireland.
- Menéndez Amor, J. 1950a. Estudio de las turberas de la zona oriental asturiana. *Las Ciencias*, XV (4), 801-816.
- Menéndez Amor, J. 1950b. Perfiles polínicos de las turberas de las rasas de Asturias. In: *XIII Congresso Luso-Espanhol para o progresso das Ciencias*, Associação portuguesa para o progresso das Ciencias, Lisboa, pp. 351-364.
- Menéndez Amor, J. 1975. Análisis espora-polínico de los sedimentos turbosos de los lagos Enol y Ercina. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geología)*, 1, 311-313.

- Menéndez Amor, J. and Florschütz, F. 1961. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación de España durante el Cuaternario. Resultados del análisis palinológico de algunas series de muestras de turba, arcilla y otros sedimentos recogidos en los alrededores de: I. Puebla de Sanabria (Zamora); II. Buelna (Asturias), Vivero (Galicia) y en Levante. *Estudios Geológicos*, XVII, 83-99.
- Moore, P.D., Webb, J.A. and Collinson, M.E. 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Sci. Publ., Londres.
- Mujika, J.A. 2009. Cronología y secuencias de uso funerario en el megalitismo del Pirineo Occidental. *Illunzar*, 7, 13-38.
- Muñoz, J. and Sanz, C. 1995. *Las Montañas. Guía Física de España*. Alianza Editorial, Madrid.
- Nadal, J., Pèlach, A., Soriano, J. M., Molina, D., Cunill, R. and Bal, M.C. 2009. Mètodes per a l'estudi transdisciplinari del paisatge d'àrees de muntanya. *Documents d'Ànlisi Geogràfica*, 55, 147-170.
- Nelle, O., Robin, V. and Talon, B. 2013. Pedoanthracology: Analysing soil charcoal to study Holocene palaeoenvironments. *Quat. Int.*, 289, 1-4.
- Olmedo-Cobo, J.A., Cunill-Artigas, R., Martínez-Ibarra, E. and Gómez-Zotano, J. 2017. Paleocología de *Abies* sp. en Sierra Bermeja (sur de la península ibérica) durante el Holoceno Medio a partir del análisis pedoantrológico. *Bosque*, 38 (2), 259-270.
- Pèlachs, A. 2005. *Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu central català. Aplicació de les tècniques paleogràfiques per a l'estudi del territori i el paisatge a la Coma de Burg i a la Vall Ferrera*. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pèlachs, A., Soriano, J. M., Nadal, J. and Esteban, A. 2007. Holocene environmental history and human impact in the Pyrenees. *Contributions to Science*, 3 (3), 423-431.
- Pèlachs, A., Nadal, J., Soriano, J. M., Molina, D. and Cunill, R. 2009. Changes in Pyrenean woodlands as a result of the intensity of human exploitation: 2,000 years of metallurgy in Vallferrera, northeast Iberian Peninsula. *Vegetation History and Archaeobotany*, 18, 403-416.
- Pèlachs, A., Julià, R., Pérez-Obiol, R., Soriano, J. M., Bal, M.C., Cunill, R. and Catalán, J. 2011. Potential influence of Bond events on mid-Holocene climate and vegetation in southern Pyrenees as assessed from Burg lake LOI and pollen records. *The Holocene*, 21(1), 95-104.
- Pèlachs, A., Rodríguez, J. M., Pérez-Obiol, R., Julià, R., Burjachs, F., Expósito, I., Cunill, R., Soriano, J. M. and Yll, R. 2012. Dinámica del clima y del paisaje vegetal del Pirineo de Lleida durante la transición Tardiglaciario-Holoceno. *Cuaternario y Geomorfología*, 26 (3-4), 79-96.
- Pèlachs, A., Pérez-Obiol, R., Soriano, J. M., Cunill, R., Bal, M.C. and García-Cordon, J.C. 2017. The Role of Environmental Geohistory in High-Moun-

- tain Landscape Conservation. In: J. Catalan, J. Ninot and M. Aniz (eds.) *High Mountain Conservation in a Changing World*. Advances in Global Change Research, vol 62., Springer, Cham, 107-129.
- Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J. A., Ruiz-Alonso, M., Zapata, L. and Abel-Schaad, D. 2013. Holocene history of *Taxus baccata* in the Basque Mountains (Northern Iberian Peninsula). *LAZAROA*, 34, 29-41.
- Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J. A. and Galop, D. 2015. Vegetation dynamics and human activity in the Western Pyrenean Region during the Holocene. *Quat. Int.*, 364, 65-77.
- Pérez Díaz, S., Núñez, S., Frochoso, M., González, R., Allende, F. and López, J.A. 2016. Seis mil años de gestión y dinámica antrópica en el entorno del Parque Natural de los Collados del Asón (Cordillera Cantábrica Oriental). *Cuaternario y Geomorfología*, 30 (3-4), 49-74.
- Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J. A., Núñez-de-la-Fuente, S. and Ruiz-Alonso, M. 2018. Early farmers, megalithic builders and the shaping of the cultural landscapes during the Holocene in Northern Iberian mountains. A palaeoenvironmental perspective. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 463-474.
- Pérez-Obiol, R., García-Codron, J.C., Pèlachs, A., Pérez-Haase, A. and 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(1), 65-78.
- Poschold P. and Baumann, A. 2010. The historical dynamics of calcareous grasslands in the central and southern Franconian Jurassic mountains: a comparative pedoanthracological and pollen analytical study. *The Holocene*, 20 (1), 13-23.
- Py, V., Durand, A. and Ancel, B. 2013. Anthracological analysis of fuel wood used for firesetting in medieval metallic mines of the Faravel district (southern French Alps). *Journal of Archaeological Science*, 40, 3.878-3.889.
- Py, V., Véron, A., Edouard, J. L., Beaulieu, J. L., Ancel, B. de, Segard, M., Durand, A. and Leveau, PH. 2014. Interdisciplinary characterisation and environmental imprints of mining and forestry in the upper Durance valley (France) during the Holocene. *Quat. Int.*, 353, 74-97.
- Py-Saragaglia, V., Cunill, R., Métaillé, J.P., Ancel, B., Baron, S., Paradis-Grenouillet, S., Lerigoleur, E., Badache, N., Barcet, H. and Galop, D. 2017. Late Holocene history of woodland dynamics and wood use in an ancient mining area of the Pyrenees (Ariège, France). *Quat. Int.*, 458, 141-157.
- Quednau T. and Ludemann, T. 2017. First pedoanthracological study in the Black Forest, SW Germany. *Quat. Int.*, 457, 131-139.
- Ramil-Rego, P., Rodríguez-Gutián, M. and Muñoz-Sobrino, C. 1998: Sclerophyllous vegetation dynamics in the north of the Iberian peninsula during the last 16000 years. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7, 335-351.

- Ramil-Rego, P., Rodríguez-Gutián, M., Muñoz-Sobrino, C. and Gomez-Orellana, L. 2000. Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* in the NW Iberian Peninsula. *Folia Geobotanica*, 35, 241-271.
- Reimer, P.J., et al. 2013. IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0e50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4), 1.869-1.887.
- Robin, V., Talon, B. and Nelle, O. 2013a. Pedoanthracological contribution to forest naturalness assessment. *Quat. Int.*, 289, 5–15.
- Robin, V., Knapp, H., Bork, H.R. and y Nelle, O. 2013b. Complementary use of pedoanthracology and peat macro-charcoal analysis for fire history assessment: illustration from Central Germany. *Quat. Int.*, 289, 78–87.
- Robin, V., Nelle, O., Talon, B., Poschlod, P., Schwartz, D., Bal, M.C., Allée, P., Vernet, J.L. and Dutoit, T. 2018. A comparative review of soil charcoal data: Spatiotemporal patterns of origin and long-term dynamics of Western European nutrient-poor grasslands. *Holocene*, 28(8), 1313–1324.
- Rubiales, J.M., García-Amorena, I., García Álvarez, S. and Gómez, F. 2008. The Late Holocene extinction of *Pinus sylvestris* in the western Cantabrian Range (Spain). *Journal of Biogeography*, 35, 1.840-1.850.
- Ruiz, M.B., Jiménez, M., Gil, M.J., Dorado, M., Valdeolmillos, A. and Farias, P. 2000. Registro palinológico de un depósito postglaciar en el Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica, Noroeste de España): implicaciones paleoclimáticas. *Geotemas*, 1 (4), 279-283.
- Ruiz, M.B., Farias, P., Jiménez, M., Gil, M.J., Dorado, M., and Valdeolmillos, A. 2001a. Secuencia polínica de un depósito de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias): implicaciones paleoclimáticas. In: S. Moreno Grau, B. Rendueles and J.M. Moreno Angosto (eds.) *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.)*, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 379-389.
- Ruiz, M.B., Jiménez, M., Farias, P., Gil, M.J., Dorado, M. and Valdeolmillos, A. 2001b. Registro palinológico de un depósito Holoceno del Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica). In: S. Moreno Grau, B. Rendueles and J.M. Moreno Angosto (eds.) *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.)*, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 391-400.
- Ruiz, M.B., Gil, M.J., Gómez, C., Moya-Palomares, M.E., Dorado, M., Valdeolmillos, A., Martín, T., Jiménez, M. and Villa, V. 2005. The geological heritage of the archaeological sites. An example of the climate-human interaction during roman times in the ‘Chao de Samartín’ archaeological site (Asturias, Spain). *Abstracts IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage*, 13-16 septiembre, Braga, Portugal, 60.

- Ruiz, M.B., Gil, M.J., Jiménez, M., Gómez-González, C. and Aramburu, A. 2006. Primeros datos polínicos del relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO España). *Polen*, 16, 106.
- Saulnier, M., Talon, B. and Edouard, J.L. 2015. New pedoanthracological data for the long-term history of forest species at mid-high altitudes in the Queyras Valley (Inner Alps). *Quat. Int.*, 366, 15-24.
- Schweingrüber, H.S. 1990a. *Anatomie europäischer Hölzer*. W.S.L.F.N.P, Stuttgart, 800 pp.
- Schweingrüber, H.S. 1990b. *Microscopic Wood Anatomy*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 226 pp.
- Steffen, W. *et al.* 2011. The Anthropocene: from global change to planetary stewardship. *AMBIO*, 40, 739-761.
- Straus, L.G., Altuna, J., Clark, G.A., González, M., Laville, H., Leroi-Gourhan, A., Menéndez, M. and Ortea, J.A. 1981. Paleoecology at La Riera (Asturias, Spain). *Current Anthropology*, 22 (6), 655-682.
- Straus, L.G., Clark, G.A., Altuna, J., González, M., Laville, H., Leroi-Gourhan, A., M. Menéndez, M. and Ortea, J.A. 1983. Excavaciones en la cueva de La Riera (1976-1979): un estudio inicial. *Trabajos de Prehistoria*, 40, 9-58.
- Talon, B. 1997. *Evolution des zones supra-forestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène, analyse pedoanthracologique*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Aix-Marseille III.
- Talon, B. 2010. Reconstruction of Holocene high-altitude vegetation cover in the French southern Alps: evidence from soil charcoal. *Holocene*, 20 (1), 35-44.
- Talon, B., Carcaillet, CH. and Thion, M. 1998. Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les Alpes françaises. *Géographie physique et Quaternaire*, 52 (2), 1-14.
- Thion, M. 1978. La pédoanthracologie: une nouvelle méthode d'analyse phytochronologique depuis le Néolithique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 287, série D, 1.203-1.206.
- Thion, M. 1988. Utilisation de la microscopie épiscopique interférentielle pour l'identification botanique des charbons de bois. In: *Wood and Archaeology. Bois et archéologie. First European Conférence, Lovain-la-Neuve, 2 et 3 octobre 1987*. PACT 22, III (4), 179-188.
- Thion, M. 1992. *L'analyse pédoanthracologique: aspects méthodologiques et applications*. Tesis doctoral inédita. Universidad Aiz-Mareille III, 317 pp.
- Uzquiano, P. 1990. La transition tardiglaciare/postglaciare dans la Cordillère Cantabrique (Asturias et Cantabria), d'après l'analyse anthracologique. *Botánica pirenaico-cantábrica*, 469-476.
- Uzquiano, P. 1992. The late Glacial/Postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabria, Spain) based on charcoal análisis. *Palaios*, 7 (5), 540-547.

- Uzquiano, P. 1995. L'évolution de la végétation à l'Holocène initial dans le nord del'Espagne à partir de trois sites archéologiques. *Quaternaire*, 6 (2), 77-83.
- Uzquiano, P. 2017. Vegetation, firewood exploitation and human settlement in northern Spain in relation to Holocene climate and cultural dynamics. *Quaternary International*, 463, 414-424.
- Vannièrè, B., Blarquez, O., Rius, D., Doyen, E., Brücher, T., Colombaroli, D., Connor, S., Feurdean, A., Hickler, T., Kaltenrieder, P., Lemmen, C., Leys, B., Massa, C. and Olofsson, J. 2016. 7000-year human legacy of elevation dependent European fire regimes. *Quaternary Science Reviews*, 132, 206-212.
- Vernet, J.L. 1973. Étude sur l'histoire de la végétation du Sud-Est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. *Paléobiologie continentale*, IV (1), 90 pp.
- Vernet, J. L. 1990. The bearing of phyto-archaeological evidence on discussions of climatic change over recent millennia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, 330, 671-677.
- Vernet, J. L. 1991. L'histoire du paysage humanisé révélée par les bois carbonisés. In: J. Guilaine (ed.) *Pour une archéologie agraire*. Armand Colin, Paris, 369-408.
- Vernet, J. L. 1992. Charbons de bois et Paléoenvironnement Méditerranéen. In: D. Marguerie y J.Y. Hunot (eds.) *Les bois archéologiques, A.G.O.R.A., 2*. Université de Rennes I, 21-25.
- Vernet, J.L., Ogereau, P., Figueiral, I., Machado, C. and Uzquiano, P. 2001. *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe, France (Péninsule ibérique et Îles Canaries)*. CNRS Editions, Paris, 395 pp.
- Wheeler, E.A. 2011. InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. *IAWA J.*, 32 (2), 199-211.