

TRANSECTO PEDOANTRACOLÓGICO EN EL MACIZO ASTURIANO; PRIMEROS RESULTADOS SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL PAISAJE VEGETAL

PEDOANTRACOLOGICAL TRANSECT IN THE ASTURIAN MASSIF: FIRST RESULTS ON THE EVOLUTION OF THE VEGETABLE LANDSCAPE

Salvador Beato Bergua¹, Raquel Cunill Artigas², Salvia García Álvarez³, José Luis Marino Alfonso⁴, Miguel Ángel Poblete Piedrabuena⁵, Carmen Rodríguez Pérez⁶

¹ Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, beatosalvador@uniovi.es, <https://orcid.org/0000-0001-5538-7685>

² Departamento de Geografía, Universitat Autònoma de Barcelona (España), cunillraquel@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4627-3632>

³ E.T.S.I. de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, salvia.garcia@upm.es, <https://orcid.org/0000-0001-8367-0146>

⁴ Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, jolumarino@gmail.com,

⁵ Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, mpoblete@uniovi.es, <https://orcid.org/0000-0003-1030-5310>

⁶ Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, crperez@uniovi.es, <https://orcid.org/0000-0002-2065-7515>

Resumen

Se presenta el proyecto “La evolución de la vegetación en los puertos de montaña (Asturias central) mediante pedoantracología”, cuyo objetivo es la realización de un transecto N-S con el que completar el conocimiento paleoecológico de Asturias. Hasta la fecha se han elaborado 6 sondeos pedoantracológicos obteniéndose los fragmentos de carbón vegetal de todos ellos. Una vez aislados los carbones se ha llevado a cabo la identificación taxonómica de buena parte de los hallados en 3 de los sondeos. Esto nos permite aportar nuevos datos para conocer el origen y la evolución de los pastos de montaña y montes comunales, especialmente, a partir de la datación de las muestras. Las áreas de trabajo han sido: el Puerto Ventana, los Puertos de Marabio y la Sierra de Curiscao en un transecto con tres escalones altitudinales. Los resultados obtenidos hasta la fecha parecen concordar con lo conocido por otros métodos, por ejemplo, la variación de los pisos de vegetación y distribución de las formaciones vegetales debido a la influencia antrópica desde el Neolítico, y la subrepresentación de taxones vegetales en los diagramas polínicos como en el caso de *Taxus baccata*.

Palabras clave: Dinámica vegetal, transformación del paisaje, pedoantracología, *Taxus baccata*, puertos de montaña, Asturias central.

Abstract

The project ‘The evolution of vegetation in the mountain ports (Central Asturias) through pedoanthracology’ is presented. The objective of this project is to conduct a

N-S transect in order to complete the paleoecological knowledge of Asturias. To date, 6 pedoanthracological surveys have been dug, obtaining the charcoal fragments from all of them. Once the charcoals have been isolated, the taxonomic identification of much of those found in 3 of the explorations has been carried out. This allows us to provide new data to know the origin and evolution of mountain pastures and communal mountains, especially from the dating of samples. The work areas have been the Puerto Ventana mountain pass, the Puertos de Marabio passes and the Sierra de Curiscao range, in a transect with three altitude steps. The results obtained to date seem to be consistent with previous knowledge by other methodological sources, for example, the variation of vegetation belts and distribution of plant formations due to the anthropic influence since the Neolithic period, as well as the underrepresentation of plant taxa in the pollen diagrams as the case of *Taxus baccata*.

Keywords: Vegetation dynamics, landscape transformation, pedoanthracology, *Taxus baccata*, mountain passes, central Asturias.

1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Entre los diferentes factores y elementos de configuración paisajística, 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). Así, el análisis de carbón de los suelos o pedoantracología (el origen del concepto acuñado por Thinson 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 episodios de incendios pasados (Thinson, 1988 y 1992; Talon *et al.*, 1998). Efectivamente, se trata de 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 Thinson, 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 (Thinson, 1992; Carcaillet y Thinson, 1996; Talon *et al.*, 1998).

Los fragmentos de carbón procedentes de incendios naturales y antrópicos se encuentran tanto en el suelo como en los 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. Además, proporciona 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 (Ball, 2006; Talon, 2010; Nelle *et al.*, 2013). 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 detallada que otras técnicas paleoecológicas como la palinología (Cunill, 2010).

Hasta la fecha, los resultados paleontológicos, palinológicos y arqueológicos han demostrado ser muy útiles para establecer los hilos conductores de las relaciones evolutivas en la Cordillera Cantábrica. Sin embargo, algunos aspectos concretos han pasado desapercibidos o se desconocen por completo por falta de análisis o de resolución espacial de las técnicas empleadas. Tal es el caso del origen de los pastos montanos y subalpinos, los incendios, las variaciones en el límite superior del bosque o el papel de algunas especies vegetales en el paisaje y las formaciones vegetales del pasado en el Macizo Asturiano.

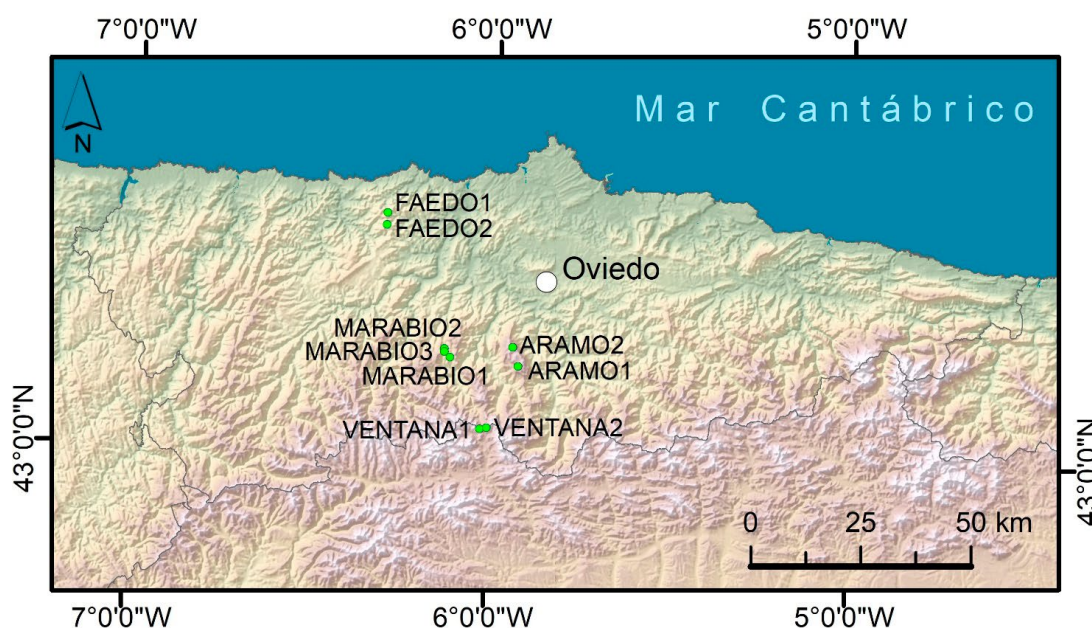
En cuanto a los pastizales, los estudios palinológicos ofrecen información sobre la apertura de espacios ganaderos en la alta montaña o en cotas bajas, no así en la media montaña (sin registros actualmente). Además, los pólenes tienen una capacidad de dispersión elevada por lo que su interpretación no ofrece una gran precisión espacial, recogiendo una señal regional muy intensa para las especies que utilizan el viento como agente dispersor a larga distancia, mientras otras especies no aparecen representadas en los diagramas polínicos cantábricos obtenidos hasta la fecha. Por ejemplo, el tejo (*Taxus baccata*), presente en varias formaciones vegetales montanas actuales y considerado un taxón relictivo, está ausente de absolutamente todos los estudios palinológicos efectuados, a pesar de que investigaciones arqueológicas han demostrado su utilización y presencia milenaria en Asturias (Blas, 2014; Blas y Rodríguez, 2015). En efecto, una investigación preliminar del grupo de investigación ha verificado mediante dos sondeos en la Sierra del Aramo la presencia del tejo desde, al menos, la Edad del Bronce (Beato *et al.*, 2019). El papel de otros taxones y la relación de su dinámica y distribución con la acción antrópica y los cambios climáticos permanece aún sin aclarar satisfactoriamente.

Por tanto, es necesaria la aplicación de técnicas como la pedoantracología que permiten conocer el relato geohistórico del medioambiente cantábrico: los cambios en el límite superior del bosque, la relación entre los grupos humanos y la dinámica de la vegetación, los incendios, la distribución pasada de las especies vegetales y la fauna en función de cambios climáticos, etc. Así pues, el objetivo general del proyecto que se plasma en esta comunicación es tratar de completar el conocimiento paleoecológico de Asturias a través de la aplicación del método pedoantracológico en un transecto altitudinal N-S. Efectivamente, este proyecto de investigación tiene como fin consolidar la práctica del método pedoantracológico en la Cordillera Cantábrica, empleado con excelentes resultados en otras regiones montanas como en los Alpes, Pirineos, el Sistema Central y las Béticas (Carcaillet y Thinnon, 1996; Carcaillet, 2001; Ball, 2006; Cunill, 2010; Talon, 2010; Nelle *et al.*, 2013; Cunill, 2015; Saulnier *et al.*, 2015; García *et al.*, 2017; Olmedo-Cobo *et al.*, 2017) y que anuncia resultados más que interesantes en el Macizo Asturiano (Beato *et al.*, 2019).

Así, se definieron varios objetivos específicos que se espera ir alcanzando en los próximos años, entre los que destaca conocer el origen y la evolución de los pastos herbáceos y arbustivos de los puertos ganaderos asturianos y montes comunales. Para esto se han efectuado 7 sondeos pedoantracológicos en espacios cacuminales deforestados (Fig. 1). Concretamente, los espacios analizados son el puerto de Ven-

tana, los Puertos de Marabio y la Sierra de Faedo en un transecto con tres escalones altitudinales: por encima de los 1600 m, en torno a los 1000 m y a 600 m snm, respectivamente. A estas pesquisas hay que añadir las efectuadas previamente en la Sierra del Aramo (ARAMO 1 y ARAMO 2) a más de 1600 m snm.

Figura 1. Localización de los sondeos pedoantracológicos efectuados.



Elaboración propia.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El Macizo Asturiano constituye el sector occidental de la Cordillera Cantábrica, alineación montañosa de gran complejidad lito-estructural, que recorre más de 220 km paralelos a la costa septentrional española en el extremo noroeste de la Península Ibérica. El Macizo Asturiano cubre un área de casi 18000 km² (Muñoz y Sanz, 1995) y consta de tres unidades: Occidental, Central y Oriental. En líneas generales este conjunto está formado por materiales carbonatados y siliciclásticos del Paleozoico que se han plegado y fracturado por las orogenias varisca y alpina (Aramburu y Bastida, 1995). Desde el punto de vista climático, se desarrollan los típicos climas de condiciones atlánticas, con temperaturas suaves y abundantes lluvias (1100 a 1500 mm) regularmente distribuidas durante todo el año. Las variantes climáticas de acuerdo con los cambios de temperatura generados por el gradiente altitudinal son: clima templado Cfsb2 por debajo de los 700 m snm; entre los 700 y 1000 m snm un clima templado Cfsb3 en transición a fresco; entre 1000 y 1500 m snm un clima propiamente fresco (Cfsc) y, finalmente, por encima de los 1500 m snm nos encontramos con un clima frío de alta montaña (Dfsc) con la mitad de la precipitación en forma de nieve (Muñoz, 1982).

La fuerte antropización secular es uno de los elementos más destacados en la configuración de la cubierta vegetal. Esta se caracteriza por su pertenencia a las sub-

provincias Cántabro-Atlántica y Orocantábrica de la Región Eurosiberiana (Díaz, 2014). Por lo tanto, el piso colino estaría dominado potencialmente por las carballedas silicícolas, los encinares cantábricos calcícolas y bosques higrófilos mientras que la media montaña se definiría por bosques mixtos caducifolios y formaciones dominadas por robles y hayas. A partir de la zona subalpina predominan los matorrales propios de las tierras altas como los enebrales rastreros, pastizales y vegetación rupícola. No obstante, tal y como se mencionó, la impronta de la actividad humana explica la gran importancia de las superficies herbáceas y arbustivas (brezales, tojaes, aulagares, escobonales) y un paisaje montañoso que exhibe un mosaico de prados cerrados entre bosques y matorrales, todo ello en proceso de mutación. La transición de un sistema agrosilvopastoril tradicional local-regional a uno de integración en una sociedad urbana y enormemente terciarizada, así como de un régimen demográfico antiguo a otro moderno sin apenas efectivos demográficos debido también al éxodo rural, explica los grandes cambios paisajísticos actuales con una actividad exclusivamente ganadera semi-extensiva, de monoproducción cárnica y sustentada, en buena medida, por subsidios. No obstante, buena parte de los emplazamientos culminantes de los relieves a cualquier altitud (baja, media y alta montaña) permanecen deforestados desde tiempos inmemoriales.

3. METODOLOGÍA

El método pedoantracológico parte de la premisa de que en todos los suelos existen carbones producidos por la calcinación de plantas leñosas (Thinon, 1992; Bal, 2006; Cunill, 2010). Por tanto, la extracción, identificación taxonómica y datación de dichos restos vegetales carbonizados constituyen una fuente de información magnífica, toda vez que aportan datos locales con una gran resolución espacial (los carbones no se desplazan aéreamente, sino que se mantienen en las formaciones edáficas sobre las que se generaron). Además, su alto contenido en carbono permite la datación por C14, actualmente una de las técnicas más económicas para establecer cronologías.

El proceso consiste en la excavación manual (a pico y pala) de fosas hasta alcanzar la roca madre para obtener un perfil edáfico completo. Tras realizar la correspondiente descripción edafológica, se extraen muestras (de unos 5 kg) de todos los horizontes cada 10–20 cm. Posteriormente se secan las muestras para obtener su peso con la menor humedad posible.

La siguiente etapa es la de tamizado. Las muestras se pasan al agua por una columna de tres tamices (de 50 cm de diámetro y homologados según normas ISO 3310/1, ASTM E11-17) para obtener las fracciones de 5 mm, 2 mm y 0,8 mm por nivel de muestreo. Tras volver a secar los materiales obtenidos se extraen las partículas de carbón manualmente con la ayuda de unas pinzas entomológicas y una lupa binocular (sita en el Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo, juegos oculares de 20x y objetivos de hasta 4,5x). Los fragmentos de carbón son pesados para establecer la antracomasa (relación entre los carbones y el peso en seco del nivel completo muestreado).

El paso posterior es el de identificación de los fragmentos de carbón. Se lleva a cabo mediante su inspección al microscopio que permite el análisis de la anatomía

celular de la madera. La identificación se efectúa mediante el empleo de claves taxonómicas ya publicadas (ej: Schweingrüber, 1990), la consulta de atlas de anatomía de la madera y de carbones vegetales y por comparación con los fragmentos organizados y custodiados en colecciones de referencia realizadas carbonizando fragmentos de madera de especies actuales.

La identificación de los carbones se está realizando bajo microscopio en diferentes laboratorios: el del Departamento de Prehistoria y el Área de Microscopía confocal de los Servicios Científico Técnicos, ambos de la Universidad de Oviedo, así como el de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid. Se están utilizando aparatos de las casas Leica, Olympus y Nikon con luz reflectante (episcópicos) con lentes de magnificación de 50x, 100x, 200x y 500x.

Por último, la datación de algunos carbones (los más relevantes para la investigación) se ha realizado en un laboratorio especializado. En concreto, tenemos dataciones previas de la Sierra del Aramo: siete fragmentos de carbón de los sondeos ARAMO 1 y ARAMO 2 que fueron datados por carbono 14 (AMS radiocarbono) en el Poznań Radiocarbon Laboratory (Polonia); y varias dataciones del mismo laboratorio del sondeo a menor altitud (FAEDO 1). 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 fueron calibradas a cal. BP utilizando el programa OXCAL 4.3 (Bronk, 2017) y la curva de calibración IntCal13 (Reimer y otros, 2013).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han efectuado 7 sondeos pedoantracológicos y se han obtenido los fragmentos de carbón vegetal de todos ellos. Una vez aislados los carbones se ha llevado a cabo la identificación taxonómica de buena parte de los hallados en 3 de los sondeos, concretamente, en los dos de Puerto Ventana (entre el Cordal de la Mesa y el Macizo de la Ubiña en la divisoria cantábrica) y en FAEDO 1 (al N de la Sierra de Curiscao, a 8 km de la costa).

La prospección a mayor altitud es la de VENTANA 1 a 1827 m snm en el entorno del lugar conocido como Las Llombas, entre el Collado del Cuervo y el de Los Chamuegos. La roca madre es la cuarcita de Barrios sobre la que se desarrollan formaciones edáficas de tipo Haplocryod típico y Humicryept típico. Se trata de un suelo esquelético, sin estructura, sobre las mencionadas cuarcitas, en un rellano nimio en la línea de cumbres, con un horizonte orgánico de humus mor, raíces y cantos, así como señales de fuego (restos de materia orgánica calcinada en superficie). La cubierta vegetal está formada por un brezal de *Erica australis*, *Calluna vulgaris*, *Pterospartum tridentatum* y *Halimium alyssoides*. En las laderas a unas decenas de metros del sondeo se desarrollan abedules arbustivos. Por tanto, podemos señalar un porcentaje de recubrimiento de 0% para árboles, 90% de arbustos y 10% de herbáceas. El esquema se repite en los alrededores con un matorral bajo cerrado alternando con afloramientos rocosos.

La fosa pedoantracológica apenas tiene 25 cm de profundidad por lo que se diferenció únicamente un nivel de muestreo que se corresponde con un horizonte A (hay una transición muy neta, plana y abrupta al horizonte C). Se extrajeron 12,5 kg de

material para analizar y se obtuvieron 13,89 g de carbón para estudiar (Tabla 1). Por tanto, la antracomasa es de 191,39 mg/kg. Se han analizado 58 fragmentos de carbón de los extractos de 5 y 2 mm. Son restos carbonizados de plantas arbustivas, fundamentalmente de la familia Leguminosae (*Cytisus* type) y ericáceas (*Erica arborea* type, *Calluna* y *Vaccinium*).

Tabla 1. Cálculo de las antracomasas por niveles de sondeo

	Total 5 mm (g)	Total 2 mm (g)	Total 0,8 mm (g)	Total carbones (g)	Total 5 mm (mg)	Peso suelo (kg)	Antracomasa
FAEDO 1	12,0893	6,1305	17,12	35,33	12089,3	49,7	243,25
Nivel I	8,91	4,22	15,36	28,49	8910,8	8,6	1036,14
Nivel II	2,76	1,5	1,34	5,59	2755,8	9,1	302,84
Nivel III	0,35	0,3	0,25	0,89	346,6	9,4	36,87
Nivel IV	0,06	0,04	0,12	0,22	62,5	13,5	4,63
Nivel V	0,01	0,07	0,05	0,14	13,6	9,1	1,49
VENTANA 1	2,39	3,88	7,62	13,89	2392,4	12,5	191,39
Nivel I	2,39	3,88	7,62	13,89	2392,4	12,5	191,39
VENTANA 2	0,003	0,18	0,43	0,61	3,4	12,3	0,28
Nivel I	0,003	0,09	0,23	0,32	3,4	6,1	0,56
Nivel II	0	0,09	0,2	0,29	0	6,2	0

Fuente: Elaboración propia.

El sondeo de VENTANA 2 se realizó a pocos metros del paso de Puerto Ventana a 1605 m snm. El contexto geológico es el de un collado labrado en las areniscas de la Formación San Emiliano bajo unas peñas calizas. Se trata de un suelo esquelético, con algo de pendiente (10°) orientada al E, que responde a las características de un Dystricrypt típico, con cantos y bloques y algunas cicatrices de soliflucción. Sobre estos suelos se desarrolla un denso pastizal, aunque algunos matorrales en las cercanías (brezal-tojal con brezo blanco del lado leonés) completan el paisaje vegetal. En el área de excavación hay un recubrimiento del 100% por herbáceas. El perfil edáfico muestra apenas un horizonte A y otro A-C de transición a la roca madre por lo que se decidió establecer dos niveles de muestreo de 20 cm hasta los 40 cm. De cada uno de ellos se acarrearon más de 6 kg de materiales. De los más de 12 kilos de muestras tan solo se rescataron 0,61 g de fragmentos de carbón. La antracomasa es muy baja (0,28 mg/kg), de 0,56 mg/kg en el nivel I y 0 en el II pues no se hallaron fragmentos de más de 5 mm. Las identificaciones taxonómicas (30) indican un predominio claro de ericáceas (*Calluna* sobre manera) con presencia de leguminosas (*Cytisus* type). Hasta el momento tampoco se han identificado fragmentos de plantas potencialmente arbóreas.

Los dos sondeos en el entorno de Puerto Ventana tenían el objetivo principal de encontrar carbones vegetales correspondientes a especies potencialmente arbóreas para aportar nuevos datos a los cambios en el límite superior del bosque y sobre el origen de los pastos de alta montaña. Al no haber encontrado carbones de especies arbóreas ni fragmentos suficientemente grandes para garantizar dataciones correc-

tas no se han realizado estas últimas. Está previsto continuar con las identificaciones y realizar más sondeos para buscar carbones de posibles árboles.

Por otro lado, FAEDO 1 es la prospección a menor altitud del transecto pedoantracológico, concretamente, a 600 m snm en las estribaciones norteñas de la Sierra de Curiscao. El componente litológico está dominado en la zona por la cuarcita de Cándana, así como areniscas, lutitas y pizarras (Grupo Cándana-Herrería) sobre las que se desarrollan suelos de tipo Dystrocrypt típico y Haplorthod típico. La excavación se llevó a cabo en una ladera (bajo el pico La Curcimerá 814 m) orientada al N recubierta por un coluvión periglacial (bloques, cantos y gravas de cuarcita) con matriz de franco arcillosa-arenosa (en superficie) a arcillosa (en profundidad). La cubierta vegetal está compuesta por un 30% de arbustos (brezal-tojal con *Erica arborea* y *Erica mackaiana*, *Daboecia cantabrica*, helechos...) y un 70% de herbáceas. Se trata, por tanto, de un pasto abierto con una matorralización común controlada mediante el fuego (señales de incendio reciente). La selección del lugar se realizó por tratarse de una zona de pasto comunal, deforestada desde tiempos inmemoriales, en posición de cumbre, pero a baja altitud. La existencia del topónimo Teixéu fue el segundo criterio para la elección de esta área de muestreo, con el objetivo de aportar nuevos datos paleoecológicos sobre el tejo.

Figura 1. Sondeos pedoantracológicos



Fotografías de VENTANA 1 (A), VENTANA 2 (B) y FAEDO 1 (C)

Fuente: Elaboración propia.

La antracomasa del sondeo es de 243,25 mg/kg (35,33 g de carbón -12089,3 mg de la talla 5 mm-en 49,7 kg de materiales extraídos) con un máximo de 1036,14 mg/kg en el nivel I y un mínimo de 1,49 mg/kg en el nivel V. Por el momento se han identificado 182 fragmentos y en todos los niveles hay un dominio generalizado de *Quercus* tipo *robur*, especialmente en los niveles II y III; no obstante, en el nivel I hay que reseñar la fuerte presencia de *Taxus baccata*. De los 18 fragmentos de tejo se han seleccionado 7 que han sido datados. Los resultados indican la concentración de muestras de este taxón entre 615 ± 30 BP y 885 ± 30 BP, esto es, en los siglos XIII y XIV. Así pues, se plantean nuevas incógnitas: ¿a qué se debe esa concentración? ¿Dónde estuvo antes y cómo apareció el tejo en esta localización? ¿Qué relación cronológica guarda el topónimo Teixéu con estos datos? Por otro lado, cabe preguntarse igualmente si la deforestación para la generación de pastos en este espacio se produjo en dicho periodo o es anterior. Si fuera anterior ¿cómo aparecieron

entonces ahí los tejos? ¿Fue una dinámica natural o fueron introducidos por las personas que habitaban el lugar?

El papel del tejo en el Macizo Asturiano en el pasado continúa siendo una cuestión por dilucidar pues ningún análisis palinológico en la región menciona este taxón, aunque debió tener una importante extensión desde al menos la Edad del Bronce como se ha mostrado en la Sierra del Aramo (Beato, 2018; Beato *et al.*, 2019 y 2020).

5. CONCLUSIONES

Adelantar conclusiones en esta etapa de la investigación sería muy precipitado. Se presenta públicamente el proyecto para fomentar el debate y la reflexión colectiva sobre los resultados obtenidos hasta la fecha, en pos de buscar interpretaciones que permitan afinar las pesquisas o reorientarlas. Por el momento, el método pedoantracológico continúa exhibiendo su potencial para el análisis paleoecológico y el estudio diacrónico de la evolución del paisaje a escala local. Del mismo modo, esta técnica parece muy apropiada para conocer el papel en el pasado de especies vegetales que, por diferentes motivos, no tengan pólenes lo suficientemente resistentes para perdurar en el tiempo y aparecer en los diagramas polínicos. Esperamos que en las próximas fases del proyecto podamos arrojar más luz sobre el origen y la evolución de los pastos herbáceos y arbustivos de los puertos ganaderos asturianos y montes comunales, así como sobre las variaciones del límite superior del bosque y la presencia de *Taxus baccata* en el pasado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido llevado a cabo gracias a 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 y a la XXVI Ayuda a la investigación “Ramón de la Sagra” de la Fundación Alvargonzález (Gijón) para el proyecto “Dinámica paleoecológica del Macizo Central Asturiano a través de un transecto pedoantracológico”.

- BAL, M.C. (2006). *Constructions et dynamiques des espaces et des terrasses agropastorales en zone intermédiaire des Pyrénées du Néolithique à nos jours (Cerdagne, Pays de Sault, Pays Basque). Approche archéoenvironnementale par la pedoanthracologie*. Tesis Doctoral (inédis). Universidad de Toulouse II. 280 pp.
- BAL, M.C. & MÉTAILLIÉ, 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.
- BEATO, S. (2018). *El patrimonio natural de la Sierra del Aramo (Montaña Central Asturiana) y la evolución de su paisaje* (Doctoral dissertation, Universidad de Oviedo, Spain) (Unpublished).
- BEATO, S.; POBLETE, M. Á.; 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. & CUNILL, R. (2020). Aproximación pedoantracológica a la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano). Carracedo, V.; García-Codron, J.C.; Garmendia, C.; Rivas, V. (Eds.). *Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad*. XI Congreso Español y I Congreso Iberoamericano de Biogeografía. Santander (España), 22-25 de junio. Santander: Asociación de Geógrafos Españoles (AGE): 31-40.
- 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, & 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.
- 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, pp. 231-242.
- CARCAILLET, C. & 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.
- 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.
- CUNILL, R. (2010): *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holo-cènic a la zona de Plaús de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català. Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals*. Tesis Doctoral (inérita). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 243 pp.
- CUNILL, R., SORIANO, J.M., BAL, M.C., PÈLACHS, A. & PÉREZ-OBÍOL, R. (2012). Holocene treeline changes on the south slope of the Pyrenees: a pedoanthracological analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21: 373-384.
- CUNILL, R., MÉTAILLÉ, J.P., GALOP, D., POUBLANC, S. & DE MUNNIK, N. (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.
- FESENMYER, K.A. & CHRISTENSEN, N.L. (2010). Reconstructing Holocene fire history in a southern Appalachian forest using soil charcoal. *Ecology*, 91, 662-670.
- GARCÍA, S., BAL, M.C., ALLÉE, P., GARCÍA-AMORENA, I. & 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.
- NELLE, O., ROBIN, V. & 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. & GÓMEZ-ZOTANO, J. (2017). Paleoeología de *Abies* sp. en Sierra Bermeja (sur de la península ibérica) durante el Holoceno Medio a partir del análisis pedoantracológico. *Bosque*, 38 (2), 259-270. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002017000200004>.
- PÉREZ-OBÍOL, R., GARCÍA-CODRON, J.C., PÈLACHS, A., PÉREZ-HAASE, A. & SORIANO, J.M. (2016). Landscape dynamics and fire activity since 6740 cal yr BP in the Cantabrian region (La Molina peat bog, Puente Viesgo, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 135(1), 65-78.
- SAULNIER, M., TALON, B. & 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 HS. (1990). *Anatomy of European woods*. W.S.L.F.N.P, Stuttgart, 800 pp.
- 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. & THINON, 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.
- THINON, M. (1988). Utilisation de la microscopie épiscopique interférentielle pour l'identification botanique des charbons de bois. En: *Wood and Archaeology. Bois et archéologie. First European Conference, Lovain-la-Neuve, 2 et 3 octobre 1987*. PACT 22, III (4), pp. 179–188.
- THINON, M. (1992). *L'analyse pédoanthracologique: aspects méthodologiques et applications*. Tesis doctoral inédita. Universidad Aiz-Mareille III, 317 pp.