

A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a path leading through them. The trees are mostly deciduous with green leaves, and the ground is covered in brown leaves. The path is a narrow dirt trail that winds through the forest.

CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

XI CONGRESO ESPAÑOL
I CONGRESO IBEROAMERICANO DE BIOGEOGRAFÍA
SANTANDER (CANTABRIA), JUNIO DE 2020

V. Carracedo, J. C. García-Codron, C. Garmendia, V. Rivas (edit.)

CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

XI CONGRESO ESPAÑOL
I CONGRESO IBEROAMERICANO
DE BIOGEOGRAFÍA

Santander (España), 22-25 de junio 2020

EDITORES

VIRGINIA CARRACEDO
JUAN CARLOS GARCÍA-CODRON
CAROLINA GARMENDIA
VICTORIA RIVAS

Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio
Universidad de Cantabria

Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad. XI Congreso Español y I Congreso Iberoamericano de Biogeografía / Santander (Cantabria), 22-25 junio de 2020 / Editores: Virginia Carracedo, Juan Carlos García-Codron, Carolina Garmendia, Victoria Rivas / 700 páginas / ISBN 978-84-09-21838-7

Con el fin de garantizar su calidad, todas las comunicaciones que se publican en este volumen han sido objeto de una evaluación por pares a cargo de dos, o en caso de discordancia tres, miembros del Comité Científico.

COORDINACIÓN

Virginia CARRACEDO MARTÍN
Juan Carlos GARCÍA CODRON

COMITÉ ORGANIZADOR

Virginia CARRACEDO MARTÍN
Juan Carlos GARCÍA CODRON
Concepción DIEGO LIAÑO
Carolina GARMENDIA PEDRAJA
Susana PACHECO IBARS
Sebastián PÉREZ DÍAZ
Domingo Fernando RASILLA ÁLVAREZ
Victoria RIVAS MANTECÓN
Sara RODRÍGUEZ COTERÓN

COMITÉ CIENTÍFICO

Jonatan ARIAS GARCÍA; María Eugenia AROZENA CONCEPCIÓN; Rosalía BEJARANO PALMA; Rafael CÁMARA ARTIGAS; Virginia CARRACEDO MARTÍN; Raquel CUNILL ARTIGAS; Casildo FERRERAS CHASCO; Concepción FIDALGO HIJANO; Juan Javier GARCÍA-ABAD ALONSO; Juan Carlos GARCIA CODRON; José GÓMEZ ZOTANO; Neus LA ROCA CERVIGÓN; Emilio LAGUNA LUMBRERAS; Roxana LEBUY CASTILLO; Luis Alberto LONGARES ALADREN; Pedro José LOZANO VALENCIA; Guillermo MEAZA RODRÍGUEZ; Ascensión PADILLA BLANCO; Josep María PANAREDA CLOPÉS; Albert PÈLACHS MAÑOSA; Sebastián PÉREZ DÍAZ; Ramón PÉREZ OBIOL; Josep PINTÓ FUSALBA; Víctor QUINTANILLA; Domingo RASILLA ÁLVAREZ; Raimundo REAL GIMÉNEZ; Montserrat SALVÀ CATARINEU; Joan Manuel SORIANO LÓPEZ; Raquel VARELA ONA

© Los Editores.

© De la fotografía de portada: Juan Carlos García Codron

© De los textos, figuras, tablas, mapas y fotografías: sus autores.

I.S.B.N.: 978-84-09-21838-7

Depósito Legal: de acuerdo con Real Decreto 635/2015, de 10 de julio, por el que se regula el depósito legal de las publicaciones en línea, número no asignado.

Fotografía de portada: hayedo de Moroso (Valderredible- Cantabria)



**XI Congreso Español y
I Congreso Iberoamericano
de Biogeografía**

**Santander (Cantabria)
22-25 junio 2020**

Conservación, gestión y restauración de la biodiversidad

EDITORES

**VIRGINIA CARRACEDO
JUAN CARLOS GARCÍA-CODRON
CAROLINA GARMENDIA
VICTORIA RIVAS**



Grupo de Estudio y Gestión del Medio Natural



Asociación de
Geógrafos Españoles



Grupo de Geografía
Física de la AGE



Sociedad Iberoamericana
de BioGeografía



Universidad de
Cantabria



Departamento de
Geografía,
Urbanismo y
Ordenación del
Territorio (UC)

ÍNDICE

Presentación

7

Eje temático I

Metodología y herramientas del trabajo biogeográfico

Utilización de la Biogeografía y Bioclimatología para la delimitación de los hábitats de especies en peligro. El caso de la alondra ricotí (<i>Chersophilus duponti</i>) Aguirre, J.L.; Talabante, C.; Aparicio, A.; Larrán, A.; Peinado, M.	13
Clima y viticultura del Rioja Aransay González, R.; Rasilla Álvarez, D.F.	21
Aproximación pedoantracológica a la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano) Beato, S.; Poblete, M.A.; Marino, J.L.; Cunill, R.	31
La Biogeografía como herramienta para el estudio de las plantas del antiguo Egipto: la planta <i>itrw</i> y la expresión <i>sft gšī</i> Boccio, M.	41
Modelización predictiva de las especies forestales del alto Pirineo Bueno Herrero, C.; Nunes Alonso, J.	49
Valoración y evaluación biogeográfica de la Caatinga de Pai Mateus (estado de Paraíba, Brasil) a través del método LANBIOEVA (Landscape Biogeographic Evaluation) Díaz Sanz, M.C.; Lozano Valencia, P.J.; Meaza Rodríguez, G.	61
¿Hay riesgo de establecimiento de encefalitis japonesa en Europa? García-Carrasco, J.M.; Aliaga-Samanez, A.; Olivero, J.; Román Muñoz, A.; Santos, E.; Real, R.	73
La presencia de lobo ibérico en ambientes humanizados a través del estudio de los daños a la ganadería y los indicios de su presencia González-Díaz, B.; Ruiz-Fernández, J.; García-Hernández, C.; González-Díaz, J.A.	83
La presencia del lobo ibérico (<i>Canis lupus signatus</i>) en ambientes humanizados a través de la técnica del fototrampeo González-Díaz, B.; Ruiz-Fernández, J.; García-Hernández, C.; González-Díaz, J.A.	93
La 'Semana de la Biodiversidad' de la Comunidad Valenciana y su aportación al conocimiento de la distribución de especies Laguna Lumbreras, E.; Fos Martín, S.; Ranz Ayuso, J.; Ten Fabuel, N.; Jiménez Pérez, J.	103
Biogeografía y la distribución de especies como herramienta para la conservación de las serpientes venenosas de Zacatecas, México: ecología, etnobiología y panorama epidemiológico Lara Galván, J.L.; Márcia Barbosa, A.; Martínez Montoya, J.F.; Montesinos San Martín, M.; Herrero Otero, X.; Sigala Rodríguez, J.J.; Serrano Hernández, A.; Esparza Estrada, C.E.	113



Información ambiental detallada y aplicaciones cartográficas en el proceso de conservación y restauración del hábitat de una especie amenazada: <i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss Marco Molina, J.A.; Giménez Font, P.; Padilla Blanco, A.; Sánchez Pardo, A.	123
El espectro ecogeográfico como herramienta de diagnóstico en el entorno de la vía férrea Alacant-Dénia / Dénia-Alacant Marco Molina, J.A.; Ríos Ruiz, S.; Giménez Font, P.; Padilla Blanco, A.; Martínez Francés, V.; Sánchez Pardo, A.	133
¿Qué deparará el cambio climático a nuestra fauna de distribución eurosiberiana? El caso de la marta (<i>Martes martes</i>) en la península ibérica Martín-Taboada, A.; Chamorro, D.; Real, R.; Díaz-Ruiz, F.	145
Favorabilidad y lógica difusa como herramientas para el análisis biogeográfico de las interacciones competitivas entre especies Martín-Taboada, A.; Romero, D.; Aliaga-Samanez, A.; Chamorro, D.; Díaz-Ruiz, F.; Muñoz, A.R.; García-Carrasco, J.M.; Márquez, A.L.; Olivero, J.; Martínez-Freiría, F.; Vermeer, J.; Real, R.	155
El mapa de la flora protegida de la Comunitat Valenciana (España) Navarro Peris, A.; Pérez Rovira, P.; Oltra Benavent, J.E.; Pérez Botella, J.; Sebastián de la Cruz, A.; Peña Bretón, C.; Fos Martín, S.; Carchano Jordá, R.; Laguna Lumbreras, E.	165
Relaciones bioclimáticas y biogeográficas de la vegetación potencial a lo largo de un doble macrotrsecto costa a costa por el centro de Estados Unidos Peinado Lorca, M.; Aparicio Valenciano, A.; Aguirre Martínez, J.L.; Delgadillo Rodríguez, J.	173
Áreas refugio pleistocenas y expansión postglacial de <i>Abies alba</i> en los Pirineos ibéricos: polen y genética Pèlachs, A.; Scotti-Saintagne, C.; Fady, B.; Pérez-Obiol, R.; Nadal, J.; Camarero, J.; Carracedo, V.; Cunill, R.; García-Amorena, I.; García-Codron, J.C.; Molina, D.; Pérez-Haase, A.; Sánchez Morales, M.; Soriano, J.M.	183
Calibración de la lluvia polínica moderna en distintas formaciones vegetales de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica Sánchez Morales, M.; Pérez-Obiol, R.; Carracedo-Martín, V.; García-Codron, J.C.; Rodríguez-Coterón, S.; Nadal, J.; Soriano, J.M.; Pèlachs, A.	191
Metodología para la detección y evaluación de áreas de conflicto entre enclaves con actividades deportivas de escalada y puntos de reproducción de aves rupícolas catalogadas en Aragón Solsona González, R.; Longares Aladrén, L.A.; Royo Navascués, M.	203
El estudio de los aludes a través del análisis dendrológico en las Canales de Liordes y del Mediodía (Fuente Dé, Cantabria) Traspuesto González, A.	213

Eje temático II

Experiencias de gestión y conservación del medio biótico

Análisis del patrimonio natural y cultural del pantano de Elda (Alicante, España) Amorós Muela, A.; Prieto Cerdán, A.; Padilla Blanco, A.	225
Proyecto para la conservación de los hábitats y de las aves acuáticas en el LIC y ZEPA Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (LIFE-SALINAS) Ballesteros, G.; Fernández, J.; Belmonte, F.; Ibarra, D.	235
La biodiversidad de las sabanas del Parque Nacional de Arly (Burkina Faso) y su manejo con fuego Cámara Artigas, R.; Yembodao Georges, N.	245
¿Qué nos puede aportar el análisis de la distribución histórica del Ibis Eremita para su introducción en Andalucía? Chamorro, D.; Benítez-Barrios, I.; Real, R.; Muñoz, A.R.	255
Biogeografía del veneno: la crisis de conservación asociada al control de depredadores en España Chamorro, D.; Márquez, C.; Sierra, J.C.; Real, R.; Muñoz, A.R.	265
Caracterización de la comunidad de aves acuáticas estival de los lagos volcánicos de Italia: implicaciones para su conservación Gosálvez Rey, R.U.; Iniesta Castillo, P.; Morales Pérez, M.; González Cárdenas, E.	275
Distribución potencial del quebrantahuesos en Euskal Herria. Determinación de la idoneidad del territorio Jauregi, M.; Lozano, P.J.	285
25 años de experiencia en las Microrreservas de flora de la Comunidad Valenciana Laguna Lumbreras, E.; Fos Martín, S.; Oltra Benavent, J.E.; Pérez Botella, J.P.; Pérez Rovira, P.; Jiménez Pérez, J.	297
Diagnóstico y propuestas de gestión del paisaje de setos vivos del Monte Santiagomendi (Astigarraga-Gipuzkoa) Lozano, P.J.; Latasa, I.; Varela, R.; Lozano, A.; Yanguas, A.; Meaza, G.	307
Hábitats arbustivos de interés comunitario en la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano) Poblete, M.A.; Beato, S.; Marino, J.L.	319
Fortalecimiento de una cultura científica biogeográfica inclusiva en la comunidad educativa de una escuela rural, en torno a la Reserva de la Biosfera La Campana-Peñuelas Rodríguez Díaz, P.; Lebuy Castillo, R.; Heinz Álvarez, S.; Wilkomirsky Uribe, M.	329
Red Ibérica para la Transferencia de Conocimiento y la Innovación en la Dehesa y el Montado. Retroalimentando la Biogeografía cultural de dehesas y montados Rodríguez Pérez, E.B.; Fernández Calvache, M.	339

Eje temático III

Biodiversidad en los entornos humanizados

Los núcleos urbanos, áreas preferentes de expansión de especies exóticas invasoras. El caso de <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle Corral Ribera, M.	349
Presencia del chorlito patinegro (<i>Charadrius alexandrinus</i>) en las playas de la Bahía de Pals (Costa Brava, Cataluña) García-Lozano, C.; Roig-Munar, F.X.; Pintó, J.; Ramos López, S.; Martí Aledo, J.	359
Evolución de la agrobiodiversidad y cambios en el paisaje en un espacio de montaña: la Reserva de la Biosfera de Redes (Asturias, NO de España) González Díaz, J.A.; González Díaz, B.; García, R.R.	369
Situación y distribución potencial del águila real (<i>Aquila chrysaetos</i>) en el oeste de Álava (País Vasco) Murua, P.; Lozano, P.J.	381
Cambios recientes en la flora del sector central de la Cordillera Litoral Catalana (Barcelona) Panareda, J.M.	393
Biogeografía de la modelación como prevención a la invasión biológica: rana toro (<i>Lithobates catesbeianus</i>) y acacia de tres espinas (<i>Gleditsia triacanthos</i>) en Uruguay Romero, D.; Sosa, B.; Martín-Taboada, A.; Guerrero, J.C.	403
Las incursiones del jabalí (<i>Sus scrofa</i>) en las ciudades españolas. Una aproximación a su distribución espacio-temporal a partir de los medios de comunicación online Serrano-Montes, J.L.; Páez Galiano, J.	413

Eje temático IV

Evolución del paisaje: paleoambientes y dinámicas actuales

Dinámica de los bosques de Sierra Nevada (sur de la Península Ibérica) a lo largo del Holoceno reciente Abel-Schaad, D.; Alba-Sánchez, F.; Pérez-Díaz, S.; Sabariego-Ruiz, S.; Luelmo-Lautenschlaeger, R.; González-Hernández, A.; López-Sáez, J.A.	427
Contribución al conocimiento geográfico y ecológico de <i>Adenocarpus viscosus</i> ssp <i>viscosus</i> en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, I. Canarias) Arozena, M.E.; Martín Febles, V.M.	439
¿Es <i>Laurus novocanariensis</i> una especie indicadora de juventud en la laurisilva canaria? Arozena, M.E.; Panareda, J.M.; Martín Febles, V.M.	449
Los pastizales altimontanos y subalpinos de los Puertos del Aramo (Asturias) Beato, S.; Marino, J.L.; Poblete, M.A.; Rodríguez J.M.	459
Bosques maduros y formaciones arbustivas singulares de la Región de Murcia Carrillo López, A.F.; Almagro, L.; Miras, E.B.; Cánovas, L.; Ruiz, A.; Díaz, R.	469

Evolución holocena de los bosques del Sistema Litoral al Pre-Pirineo catalán y su relación con la paleodistribución del Abeto (<i>Abies alba</i>) Cunill Artigas, R.; Pèlach Mañosa, A.; Soriano López, J.M.; Nadal Tera, J.; Sánchez Morales, M.	479
¿Por qué le llaman la Fuente del Abetal si está rodeada de pinos? Estudio multidisciplinar de la evolución forestal del macizo del Catllaràs (Berguedà, Catalunya) Cunill Artigas, R.; Sánchez Morales, M.; Nadal Tera, J.	489
Dinámica actual y amenazas en la Microrreserva de los Bonales de Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real) Fidalgo, C.; González, J.A.; Corral, M.; García, R.; Arteaga, C.	497
Metodología para la estimación de los cambios de la superficie inculta (<i>saltus-silva</i>) durante el siglo XVIII en la provincia de Alicante Giménez, P.; Marco, J.A.; Padilla, A.; Sánchez, A.; Ramón, A.; Zaragoza, B.	507
La interacción biológica como posible desencadenante en la extinción local de <i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière en la Península Ibérica: análisis de la superposición de nicho con <i>Pinus nigra</i> Arnold González Hernández, A.; Peñas de Giles, J.; Nieto Lugilde, D.; Alba Sánchez, F.	515
Medio siglo de regeneración vegetal en el supramediterráneo de la Sierra de Gúdar (Virgen de la Vega, Alcalá de la Selva, Teruel) La Roca, N.; Lozano, P.J.; Lozano, A.	525
Estudio evolutivo del paisaje mediterráneo de la Reserva de la Biosfera La Campana-Peñuelas Lebuy Castillo, R.; Rodríguez, P.	537
Situación y patrones de ocupación de la población de avutarda común (<i>Otis tarda</i>) en el noroeste de la provincia de Teruel Longares Aladrén, L.A.; Rabanaque Yuste, M.P.; Royo Navascués, M.	547
Cambios a largo plazo en la diversidad de un humedal alterado: la comunidad de aves acuáticas del parque nacional de las Tablas de Daimiel López de la Nieta González de la Aleja, D.; Gosálvez Rey, R.U.; Florín Beltrán, M.	557
Contribución paleoambiental a la sectorización biogeográfica de la Sierra de Gredos (Ávila, Sistema Central): el Subsector Paramero-Serrotense como caso de estudio López-Sáez, J.A.; Sánchez-Mata, D.; Alba-Sánchez, F.; Luelmo-Lautenschlaeger, R.; Gavilán, R.G.; Pérez-Díaz, S.; Abel-Schaad, D.	569
Valoración biogeográfica de los robledales relictos de <i>Quercus petraea</i> del País Vasco y Navarra Lozano, P.J.; Varela, R.; Lozano, A.; Meaza, G.	579
Paisajes relictos en los Montes de Toledo (España). Los humedales como refugio Luelmo Lautenschlaeger, R.; Pérez Díaz, S.; López Sáez, J.A.	591
Nuevos datos sobre la composición de los bosques del Parque Natural Sierra de Las Nieves (Serranía de Ronda, España) durante el Holoceno, a partir del análisis pedoantracológico Olmedo Cobo, J.A.; Pardo Martínez, R.; Gómez Zotano, J.	601
Perturbaciones naturales generadoras de diversidad: procesos de ladera y comunidades vegetales en la Sierra de Entzia (País Vasco) Ormaetxea, O.; Díaz, E.; Sáenz de Olazagoitia, A.	613
La pedoantracología como fuente para la reconstrucción paleobiogeográfica de los abetales en la Serranía de Ronda: resultados preliminares Pardo-Martínez, R.; Olmedo-Cobo, J.A.; Gómez-Zotano, J.	621



Taxonomía, corología y dinámica del matorral de enebro rastrero en dos localidades extremas: los macizos de Trevinca (Galicia/León) y del Montseny (Cataluña) Paül, V.; Panareda, J.M.; Gómez Pazo, A.	631
Paisajes de montaña del Parque Natural de Aizkorri-Aratz (País Vasco). Evolución paleobiogeográfica durante el Holoceno Pérez Díaz, S.; López Sáez, A.; Luelmo Lautenschlaeger, R.	641
La cubierta vegetal y los aludes en las montañas medias del Macizo Central Asturiano (Montaña Cantábrica): la dinámica bionival Poblete, M.A.; Beato, S.; Marino, J.L.	651
Los cambios en el paisaje del Valle de Soba (Cantabria): del aprovechamiento tradicional del monte a la conservación de la naturaleza Regil Trueba, C.	661
Primeros avances del estudio paleoambiental de la turbera del Cueto de La Espina (Cantabria). El paisaje del fuego a lo largo de 5800 años de historia Rodríguez-Coterón, S.; Pérez-Obiol, R.; Carracedo-Martín, V.; García-Codron, J.C.; Sánchez Morales, M.; Nadal, J.; Soriano, J.M.; Pèlachs, A.	671
Los jaspes de la Faja Pirítica Ibérica: islas de biodiversidad vegetal Rodríguez Estévez, F.; Hidalgo, P.J.; Moreno, C.	681
Distribución altitudinal de coníferas en bosques comunitarios en la Sierra Juárez (Oaxaca, México) Trejo, I.	693

APROXIMACIÓN PEDOANTRACOLÓGICA A LA SIERRA DEL ARAMO (MACIZO CENTRAL ASTURIANO)

Salvador Beato¹, Miguel Ángel Poblete¹, José Luis Marino¹ y Raquel Cunill²

¹*Dpto. Geografía. Universidad de Oviedo.*

beatosalvador@uniovi.es; mpoblete@uniovi.es; jolumarino@gmail.es

²*Dpt. Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona. cunillraquel@gmail.com*

RESUMEN

La Sierra del Aramo es un macizo calcáreo de media montaña situado en el centro de Asturias, predominantemente rural donde se han atestiguado actividades ganaderas, forestales y agrícolas desde de la Edad del Bronce mediante prospecciones arqueológicas. A pesar de que actualmente está experimentando fuertes transformaciones paisajísticas (expansión arbustiva y arbórea), la plataforma kárstica culminante, entre 1.400 y 1.791 m s.n.m. (pico Gamoniteiro), muestra una fuerte inercia geohistórica permaneciendo prácticamente deforestada, dominada por pastizales con algunas manchas arbustivas. El objetivo es presentar un análisis pedoantracológico preliminar en la Sierra del Aramo con el fin de complementar la información paleoecológica disponible en el Macizo Central Asturiano. En este caso, se trata de una metodología de alta resolución espacial que aporta datos locales necesarios a añadir a los obtenidos mediante análisis de polen realizados en turberas y algunos yacimientos arqueológicos. Con este propósito se han efectuado dos sondeos pedoantracológicos en la plataforma culminante, que han sido excavadas en depresiones kársticas deforestadas a 1.611 y 1.702 m s.n.m. respectivamente. El resultado más relevante es el hallazgo de fragmentos de carbón de taxones potencialmente arbóreos y su datación en consonancia con la información de los yacimientos arqueológicos.

Palabras clave: herbazales montanos, pastos subalpinos, antropización secular, estudio paleoecológico, Cordillera Cantábrica.

ABSTRACT

The Sierra del Aramo is a medium mountain limestone massif located in the center of Asturias. It is a predominantly rural area where livestock, forestry and agricultural activities have been witnessed since the Bronze Age through archaeological surveys. Although it is currently undergoing strong landscape transformations, the highest platform, between 1,400 and 1,791 m a.s.l. (Gamoniteiro Peak), shows a strong geohistoric inertia because remaining practically deforested. It is a karstified area dominated by grasslands with some shrubby spots. Therefore, the objective of this communication is to present a preliminary pedoantracological project in the Sierra del Aramo with the ultimate goal of complement the history of long-term vegetation in the Central Asturian Massif with high spatial resolution (at local level). For this purpose, two pedoantracological pits have been carried out on the culminating platform, which have been excavated in deforested karst depressions at 1,611 and 1,702 m a.s.l. respectively. The most relevant result is the discovery of coal fragments of potentially arboreal taxa and their dating in line with the information of archaeological sites.

Keywords: mountain grasslands, subalpine pastures, secular anthropization, paleoecological study, Cantabrian mountains.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper:

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.

1. INTRODUCCIÓN

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 interdisciplinares (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 (Carcaillet *et al.*, 2007; Robin *et al.*, 2013a; Carracedo *et al.*, 2017). Las aportaciones de la pedoantracología son muchas, especialmente sobre la historia de la vegetación de los paisajes montañosos construidos (Ball *et al.*, 2011; García *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 (Pèlachs, 2005; Cunill, 2010; Cunill *et al.*, 2012 y 2013). Además, han sido estudiados los carbones resultado 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.*, 2013b). 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).

El análisis de la evolución del paisaje es un objetivo fundamental de la Geografía. Un buen ejemplo se presenta en el Macizo Central Asturiano donde la investigación geográfica ha puesto de manifiesto en las últimas décadas un fuerte proceso de cambio paisajístico (Beato *et al.*, 2019a). A este tenor, los estudios paleoecológicos son una fuente de conocimiento básica: 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 conocen únicamente en parte. Así, por ejemplo, los pólenes tienen una capacidad de dispersión elevada por lo que su interpretación no ofrece una gran precisión. Además, algunas especies no aparecen representadas en los diagramas polínicos cantábricos obtenidos hasta la fecha (Beato *et al.*, 2019b). Por tanto, es necesaria la aplicación de técnicas que nos permitan construir de forma precisa el relato geohistórico del medioambiente cantábrico. Así, el objetivo de esta comunicación es presentar los primeros resultados pedoantracológicos en la Sierra del Aramo, en orden a satisfacer la premisa anterior.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

La Sierra del Aramo (Mapa 1) es una montaña calcárea de media altitud (Gamoniterio, 1.791 m s.n.m.) del Macizo Central Asturiano, coronada por una plataforma culminante karstificada, situada por debajo del límite superior del bosque, pero deforestada desde tiempos inmemoriales (Beato, 2018). En esta zona cacuminal no hay corrientes hídricas superficiales, pues toda el agua es drenada por un sistema subterráneo y, por tanto, no se hallan turberas ni otros depósitos sedimentarios (únicamente arcillas de descalcificación muy lavadas por las abundantes

precipitaciones) que permitan obtener testigos sedimentarios reseñables con información palinológica completa. En este sentido, el método pedoantracológico supone una herramienta fundamental para emplear en este enclave carbonatado y, por esto, se ha realizado este primer acercamiento.

La metodología empleada parte de la premisa de que en todos los suelos existen carbones producidos por la calcinación de plantas leñosas (Thinon, 1992). Por tanto, la extracción, identificación taxonómica y la datación de dichos restos vegetales carbonizados constituyen una fuente de información magnífica, toda vez que aportan datos locales con una gran resolución espacial. 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 sondeos mediante la excavación de fosas hasta alcanzar la roca madre. Tras realizar la correspondiente descripción edáfica, 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 en húmedo, esto es, las muestras se pasan al agua por una columna de tres tamices (de 50 cm de diámetro) 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. 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 mediante la inspección, al microscopio, de la anatomía celular de la madera. La identificación es posible por la utilización de claves taxonómicas ya publicadas, la consulta de atlas de anatomía de la madera y de carbones vegetales y por comparación con los fragmentos de colecciones de referencia. El reconocimiento de los carbones se lleva a cabo bajo microscopio, utilizándose lentes de magnificación de 100x, 200x y 500x.

Mapa 1. Localización de los sondeos pedoantracológicos

Fuente: elaboración propia a partir de los materiales digitales del Instituto Geográfico Nacional.



Por último, la datación de algunos carbones (los más relevantes para la investigación) es realizada en laboratorios especializados. En concreto, se han efectuado dataciones de siete fragmentos de carbón de los dos sondeos realizados (ARAMO 1 y ARAMO 2) (Mapa 1) que fueron fechados por carbono 14 (AMS radiocarbono) en el Poznań Radiocarbon Laboratory (Polonia). Las edades de radiocarbono obtenidas se han calibrado a cal. BP utilizando el programa OXCAL 4.3 y la curva de calibración IntCal13.

3. RESULTADOS

3.1. Descripciones edáficas

El sondeo ARAMO 1 se excavó en la cara Sur del Gamoniteiro, a 1.701 m s.n.m. de altitud en una dolina colmatada por arcillas de descalcificación. 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 (Tabla 1). Las características del suelo se corresponden con una formación de tipo Eutrudept.

Tabla 1. Descripción edáfica de ARAMO 1 (1.701 m s.n.m.)

Fuente: elaboración propia.

Característica / Horizonte		A	B	C1	C2
Profundidad		0-30	30-40	40-120	120-140
Color		7,5 YR 4/4	5 YR 4/6	2,5 YR 3/6	2,5 YR 4/8
Humedad		Algo húmedo	Húmedo	Húmedo	Húmedo
Manchas	Proporción	1-2%	1-2%	2-20%	2-20%
	Medida	1-2 mm	1-2 mm	> 15 mm	> 15 mm
	Forma	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular
	Naturaleza	Hu.	Hu.	Hu. Ox.	Hu. Ox.
Elementos Gruesos	Proporción	1-5%	1-5 %	1-5 %	1-5 %
	Medida	0,6-2 cm	0,6-2 cm	2-6cm, 2-25cm	2-6cm 2-25cm
	Forma	Subang-pla	Subang-pla	Subang-pla-tab	Subang-pla-tab
	Litología	Caliza	Caliza	Caliza	Caliza
Clase textural		F Ac	Ac	Ac	Ac
Estructura		Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Trans. con límite inf.	Amplitud	Gradual	Gradual	Gradual	
	Forma	Plana	Plana	Plana	
Cons.	Plasticidad	No plástico	Plástico	Muy plástico	Muy plástico
	Dureza	Suelto	Algo duro	Algo duro	Algo duro
Materia Orgánica		Hor. org.?	0,2-3%	0,2-3%	0,2-3%
Humus		Mull carbo.	Mull carbo.		

El sondeo ARAMO 2 se efectuó en la zona cimera al NE de El Angliru, a 1.611 m s.n.m. de altitud. En concreto, es una depresión abierta con cierta inclinación hacia el N, cubierta por arcillas y bloques, con pasto montano acidificado y un tanto nitrificado. Los afloramientos rocosos circundantes presentan matas de *Genista hispanica* subsp. *occidentalis* y vegetación casmófita 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 (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción edáfica de ARAMO 2 (1.611 m s.n.m.)

Fuente: elaboración propia.

Característica / Horizonte		A	B-C	C1	C2
Profundidad		0-10	10-20	20-60	60-90
Color		5 YR 3/4	5 YR 3/4	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
Humedad		Algo húmedo	Algo húmedo	Algo húmedo	Algo húmedo
Manchas	Proporción	<1%	<1%	<1%	<1%
	Medida	1-2 mm	1-2 mm	1-2 mm	5-15 mm
	Forma	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular
	Naturaleza	Hu.	Hu.	Hu. Ox.	Hu. Ox.
Elementos Gruesos	Proporción	0	0	0	16-35%
	Medida	-	-	-	2-25 cm
	Forma	-	-	-	Angular-tab-esf
	Litología	-	-	-	Caliza
Clase textural		F Ac	Ac	Ac	Ac
Estructura		Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Trans. con límite inf.	Amplitud	Gradual	Neta	Gradual	
	Forma	Plana	Plana	Plana	
Cons.	Plasticidad	Algo plástico	Muy plástico	Muy plástico	Muy plástico
	Dureza	Suelto	Algo duro	Algo duro	Algo duro
Materia Orgánica		Hor. org.	0,2-3%	0,2-3%	0,2-3%
Humus		Mull carbo.	Mull carbo.		

3.2. Identificaciones taxonómicas y pesos

La identificación taxonómica de los fragmentos de carbón está ofreciendo interesantes resultados, pues se han encontrado carbones de especies potencialmente arbóreas, lo cual es de gran relevancia si tenemos en cuenta que los dos sondeos en los que se ha completado la identificación están en zonas absolutamente deforestadas. Las labores de identificación y pesado ofrecen otros resultados preliminares interesantes a la espera de completar los análisis pendientes y finalizar los transectos con más sondeos pedoantracológicos que nos permitan una reconstrucción más precisa de la evolución de la cubierta vegetal y los eventos de incendio. De ARAMO 1 cabe señalar que, a pesar de 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), se han hallado algunos fragmentos que han podido ser identificados con precisión, aunque lo general ha sido que por su mal estado, vitrificación y nimio tamaño esto no haya sido posible (Tabla 3).

En efecto, la mayor parte de las piezas de carbón se corresponden con pequeñas ramitas (milimétricas) 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 recopilieron 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 m s.n.m. 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. Sin embargo, lo más llamativo ha sido la aparición de 158 fragmentos (0,454 g) de angiospermas sin determinar, que en su mayoría se corresponden con ramas de tamaño nimio y otras demasiado vitrificadas para concretar más la identificación.

Tabla 3. Datos de identificación y pesos de ARAMO 1 (1.701 m s.n.m.)

Fuente: elaboración propia.

	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6		Total	
Peso (kg)	6,6		4,8		5,8		5,4		5,8		5,7		34,1	
Fracción 5 mm	1,779		0,957		0,202		0,965		1,002		1,58		6,485	
Fragmentos ident. (nº)	100		92		23		9		4		11		239	
Fragmentos ident. (g)	0,2591		0,2657		0,0524		0,0409		0,0049		0,0109		0,6339	
Fragmentos. Total (g)	0,4005		0,2804		0,0571		0,0409		0,0049		0,0109		0,7947	
Antracomasa (mg/kg)	83,0741		72,9638		10,2001		9,2221		1,0213		2,6456		28,7778	
TAXONES	nº	(g)												
Conífera sin det.	1	0,0001	0	0	0	0	1	0,0019	0	0	1	0,0008	3	0,0028
Angiosperma sin det.	71	0,1881	66	0,2372	17	0,0274	1	0,0006	0	0	3	0,0009	158	0,4542
<i>Corylus</i>	2	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,002
<i>Fagus</i>	3	0,0161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,0161
Ericaceae tp. calluna	5	0,0122	4	0,0057	3	0,0033	0	0	0	0	0	0	12	0,0212
<i>Ilex</i>	3	0,002	1	0,0007	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,0027
Conífera tp. <i>Juniperus</i>	2	0,0012	1	0,0021	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,0033
Abolutamente vitrific.	13	0,0374	17	0,0192	3	0,0217	7	0,0384	4	0,0049	7	0,0092	51	0,1308
<i>Taxus baccata</i>	0	0	3	0,0008	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,0008

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 muestras (0,72 g 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 g), el taxón que predomina entre las identificaciones es *Taxus baccata* con un peso total de 0,21 g y presente en todos los niveles del sondeo, incluso en los inferiores donde apenas se encontraron carbones y son todos monoespecíficos (Tabla 4). 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 s.n.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 significativo 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 s.n.m.) muestra una gran biodiversidad. Es revelador en sendos casos la presencia también de *Corylus*, *Ilex*, *Juniperus*, ericáceas y, especialmente de *Taxus*.

Tabla 4. Datos de identificación y pesos de ARAMO 2 (1.611 m s.n.m.)

Fuente: elaboración propia.

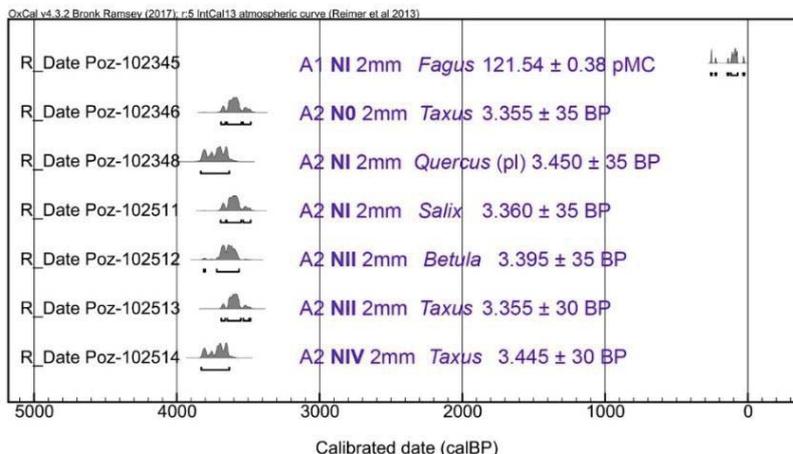
	Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		Total	
Peso (kg)	5,5		4,8		8,3		9,6		8,2		36,4	
Fracción 5 mm	0,498		0,123		0,11		1,37		0,43		2,531	
Fragmentos ident. (n°)	100		100		30		1		4		235	
Fragmentos ident. (g)	0,4313		0,208		0,0718		0,0008		0,009		0,7209	
Fragmentos. Total (g)	0,419		0,3041		0,0718		0,0008		0,009		0,8047	
Antracomasa (mg/kg)	83,7665		65,0203		8,7668		0,0972		1,1583		23,7592	
TAXONES	n°	(g)										
Angiosperma	41	0,1195	31	0,0606	11	0,0212	0	0	0	0	83	0,2013
Taxus baccata	30	0,0985	34	0,0795	9	0,0296	1	0,0008	4	0,009	78	0,2174
Betula	1	0,0025	3	0,004	3	0,0105	0	0	0	0	7	0,017
Corylus	6	0,144	4	0,0035	0	0	0	0	0	0	10	0,1475
Ericaceae tp. calluna	8	0,0203	6	0,0128	0	0	0	0	0	0	14	0,0331
Ilex	1	0,0072	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0072
Absolutamente vitrific.	13	0,0393	5	0,0076	6	0,0101	0	0	0	0	24	0,057
Berberis	0	0	1	0,0042	0	0	0	0	0	0	1	0,0042
Conífera	0	0	1	0,0008	0	0	0	0	0	0	1	0,0008
Fraxinus	0	0	1	0,0033	0	0	0	0	0	0	1	0,0033
Leguminosae	0	0	3	0,0049	0	0	0	0	0	0	3	0,0049
Prunus tp. spinosa	0	0	1	0,0006	0	0	0	0	0	0	1	0,0006
Prunus tp. avium	0	0	3	0,0066	0	0	0	0	0	0	3	0,0066
Quercus planocaducifol.	0	0	2	0,013	0	0	0	0	0	0	2	0,013
Salix	0	0	5	0,0066	0	0	0	0	0	0	5	0,0066
Conífera tp. Juniperus	0	0	0	0	1	0,0004	0	0	0	0	1	0,0004

3.3. Dataciones

Los resultados son muy expresivos toda vez que 6 de las 7 muestras tienen una edad entre 3355 y 3450 años BP (Figura 1). La única que se encuentra fuera de ese rango es un fragmento de *Fagus* subactual hallado en ARAMO 1 con peso suficiente para ser datado. 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, 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, un bosque mixto de planocaducifolios y tejos.

Figura 1. Dataciones de las muestras analizadas

Fuente: elaboración propia.

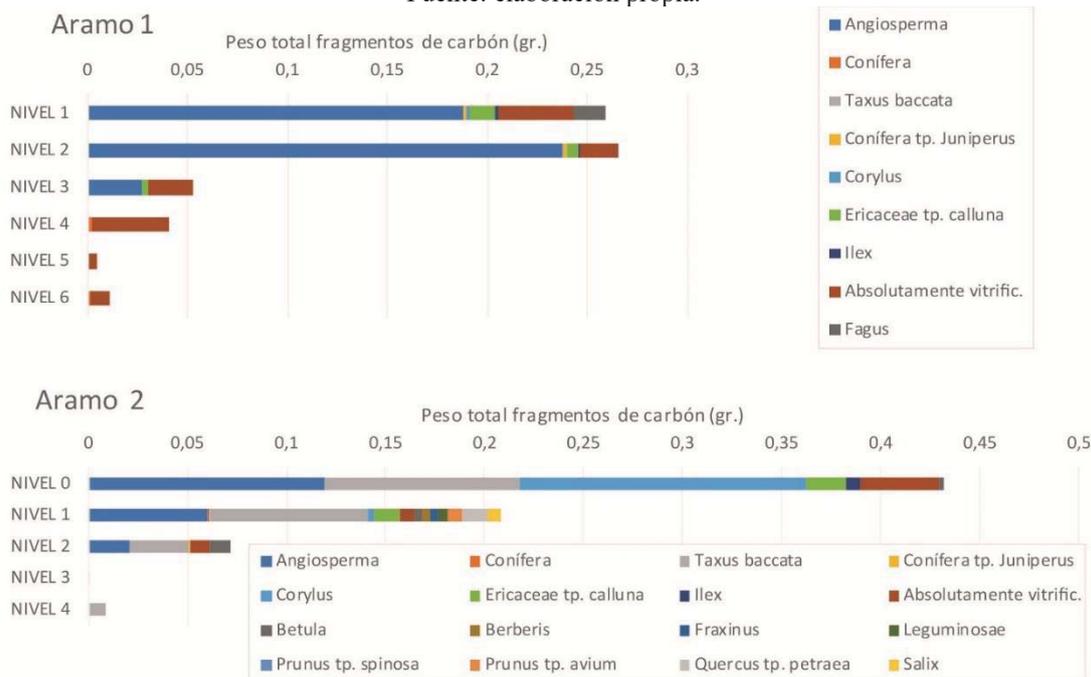


4. DISCUSIÓN

El peso y la cantidad de los fragmentos de carbón extraídos son escasos (Figura 2) y muestran similitudes con los datos obtenidos en estudios pedoantracológicos en el límite superior del bosque en los Pirineos. Sin embargo, estos se realizaron a mucha mayor altitud: Cunill (2010) y Cunill *et al.* (2012 y 2015) obtuvieron antracomatas de unos 100 mg/kg (1.995-2.200 m s.n.m.) y cercanas a los 10 mg/kg entre los 2.300 y 2.500 m s.n.m. Muy diferentes son los resultados de montañas más meridionales como la Sierra de Gredos, toda vez que García *et al.* (2017) calcularon 23.487,03 mg/kg a 1.700 m s.n.m. y 2.678,31 mg/kg a 2.200 m s.n.m.; o Sierra Bermeja con 74.000 mg/kg en un nivel a 1.300-1.400 m s.n.m. (Olmedo-Cobo *et al.*, 2017).

Figura 2. Pesos (g) por identificación taxonómica y nivel

Fuente: elaboración propia.



5. CONCLUSIONES

Queda demostrado que la aplicación del método pedoantracológico es muy adecuado para estudios a escala local y, especialmente, para lugares donde es difícil aplicar otras técnicas de análisis paleoecológicas y reunir datos sobre taxones que estas pueden ignorar. Así se infiere de los resultados preliminares de la Sierra del Aramo, donde no se pueden realizar análisis palinológicos que abarquen periodos temporales relevantes debido a su naturaleza kárstica y se han hallado carbones de árboles que no aparecen en los diagramas polínicos asturianos hasta la fecha. Igualmente, este trabajo constata la importancia de la Edad del Bronce en cuanto a la colonización de los espacios de montaña por los grupos humanos. No obstante, la potencialidad de este método de análisis en un área como la Cordillera Cantábrica exige continuar con el proceso de investigación y promete resultados muy interesantes que ayudarán a completar el marco general evolutivo creado a partir de otras técnicas paleoecológicas.

Agradecimientos

Este pequeño trabajo es resultado de un gran esfuerzo colectivo. Muchas gracias a Manuel Rodríguez Rastrero, la familia Cobos (Toulouse-Otívar), la familia Fernández-Conde de Las Casas del Puente (Salas), Héctor Rato Martín, Sergio Rato, Ícaro Obeso Muñiz, Marco de la Rasilla, Marta Alonso Guervós, al GRAMP (Barcelona) y al GEODE (Toulouse). Salvador Beato agradece a la Fundación Alvargonzález la concesión de la XXVI Ayuda de investigación Ramón de la Sagra para completar el proyecto “Dinámica paleoecológica del Macizo Central Asturiano a través de un transecto pedoantracológico”.

REFERENCIAS

- Bal, M.C.; Pélachs, A.; Pérez, R.; Julia, R.; 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.; 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. (2018). *El patrimonio natural de la Sierra del Aramo (Montaña Central Asturiana) y la evolución de su paisaje*. Oviedo: Universidad de Oviedo, Dpto. Geografía: Tesis Doctoral inédita.
- Beato, S.; Poblete, M.Á.; Marino, J.L. (2019a). Snow avalanches, land use changes, and atmospheric warming in landscape dynamics of the Atlantic mid-mountains (Cantabrian Range, NW Spain). *Applied Geography*, 107: 38-50. [doi:10.1016/j.apgeog.2019.04.007](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.04.007)
- Beato, S.; Poblete, M.Á.; Cunill, R. (2019b). *Taxus baccata* en la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 81(2772): 1-30. [doi:10.21138/bage.2772](https://doi.org/10.21138/bage.2772)
- Carcaillet, C.; Bergman, I.; Delorme, S.; Hornberg, G.; Zackrisson, O. (2007). Long-term fire frequency not linked to prehistoric occupations in northern Swedish boreal forest. *Ecology*, 88(2): 465-477.
- Carracedo, V.; Cunill, R.; García-Codron, J.C.; Pélachs, A.; Pérez, R.; Soriano, 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.
- Cunill, R. (2010): *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català. Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona: Tesis Doctoral inédita.

- Cunill, R.; Soriano, J.M.; Bal, M.C.; Pélachs, A.; 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.; 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.
- 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.
- Nadal, J.; Pélach, A.; Soriano, J.M.; Molina, D.; Cunill, R.; Bal, M.C. (2009). Mètodes per a l'estudi transdisciplinari del paisatge d'arees de muntanya. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 55: 147-170.
- Olmedo-Cobo, J.A.; Cunill-Artigas, R.; Martínez-Ibarra, E.; Gómez-Zotano, J. (2017). Paleoecología 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. doi:10.4067/S0717-92002017000200004
- Pélachs, 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*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Dpto. de Geografia: Tesis Doctoral.
- Quednau, T.; Ludemann, T. (2017). First pedoanthracological study in the Black Forest, SW Germany. *Quat. Int.*, 457: 131-139.
- Robin, V.; Knapp, H.; Bork, H.R.; Nelle, O. (2013a). Complementary use of pedoanthracology and peat macro-charcoal analysis for fire history assessment: illustration from Central Germany. *Quat. Int.*, 289: 78-87.
- Robin, V.; Talon, B.; Nelle, O. (2013b). Pedoanthracological contribution to forest naturalness assessment. *Quat. Int.*, 289: 5-15.
- Robin, V.; Nelle, O.; Talon, B.; Poschod, P.; Schwartz, D.; Bal, M.C.; Allée, P.; Vernet, J.L.; 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.
- 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.
- Talon, B. (1997). *Evolution des zones supra-forestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène, analyse pedoanthracologique*. Marseille: Universidad de Aix-Marseille III: Tesis Doctoral inédita.
- Talon, B.; Carcaillet, Ch.; Thinin, M. (1998). Études pédoantracologiques 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.
- Thinin, M. (1992). *L'analyse pédoantracologique: aspects méthodologiques et applications*. Marseille: Universidad de Aix-Marseille III: Tesis Doctoral inédita.