

# Fuentes para la geografía histórica de los incendios forestales. Algunas consideraciones metodológicas

VIRGINIA CARRACEDO MARTÍN<sup>1</sup> ✉ | RAQUEL CUNILL ARTIGAS<sup>2</sup> ✉ | JUAN CARLOS GARCÍA CODRON<sup>1</sup> ✉ | ALBERT PÈLACHS MAÑOSA<sup>2</sup> ✉ | RAMON PÉREZ OBIOL<sup>2,3</sup> ✉ | JOAN MANUEL SORIANO LÓPEZ<sup>2</sup> ✉

Recibido: 23/03/2017 | Aceptado: 03/07/2017

## Resumen

El fuego juega un papel esencial en la configuración de los paisajes vegetales, aunque nuestro conocimiento de su incidencia a lo largo del tiempo es muy fragmentario y suele basarse en un escaso número de fuentes. Con objeto de indagar las limitaciones y complementariedad de éstas, se confrontan los resultados de algunas técnicas analíticas (estudio de los carbones sedimentarios y de suelo, del polen, del levoglucosán, de isótopos de plomo y de metales pesados presentes en las turberas para periodos que van hasta el Tardiglacial) con la información de los archivos históricos, hemerotecas y bases de datos climáticas y de incendios (que nos permiten llegar hasta la Edad Moderna, siglo XIX y segunda mitad del XX respectivamente). Los resultados prueban que las diferentes técnicas se complementan muy bien y que su combinación permite paliar parte de sus limitaciones individuales. Los datos más recientes, precisos y fiables, facilitan la interpretación de los antiguos que, a su vez, resultan necesarios para la comprensión de los procesos a largo plazo, generando retroalimentaciones muy útiles para la reconstrucción de la geografía histórica de los fuegos y para entender el papel que han desempeñado en la instalación de la cubierta vegetal actual.

---

Palabras clave: Holoceno, historia de los incendios, fuentes geohistóricas y paleoambientales.

---

## Abstract

*Sources for a historical geography of forest fires. Some methodological considerations*

Fire plays an essential role in the configuration of the mountain landscapes. However, our knowledge of its incidence over time is very fragmentary and often based on a small number of sources. In order to explore their limitations and complementarity, we discuss the results of some analytical techniques (study of sedimentary charcoal, pollen, pedoanthracology, levoglucosan and isotopes of lead and heavy metals collected in peatlands for periods ranging up to Lateglacial) with information from historical archives, newspapers and climate and forest fires databases (which provide information up to the fifteenth, nineteenth and mid-twentieth respectively). The results

---

1. Grupo de Estudio y Gestión del Medio Natural (GIMENA). Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria (virginia.carracedo@unican.es y juan.garciacodron@unican.es)

2. Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP). Departament de Geografia, Facultat de Filosofia i Lletres, Universitat Autònoma de Barcelona (cunillraquel@gmail.com, Albert.Pelachs@uab.cat, Ramon.Perez@uab.cat, JoanManuel.Soriano@uab.cat)

3. Unitat de Botànica. Facultat de Biociències. Universitat Autònoma de Barcelona

prove the complementarity of the different techniques and their combination mitigates some of their individual limitations. The most recent, accurate and reliable data facilitate the interpretation of the former which, in turn, are necessary for the understanding of long-term processes, generating useful feedbacks for the reconstruction of the historical geography of the fire and to understand the role they have played in the installation of the current vegetation cover.

---

Keywords: Holocene, history of forest fires, geohistorical and palaeoenvironmental sources.

---

## Résumé

### *Sources pour une géographie historique des feux de forêt. Quelques considérations méthodologiques*

Le feu joue un rôle essentiel dans la configuration des paysages végétaux des aires de montagne. Cependant, l'information que nous avons sur leur incidence tout au long de l'histoire est très fragmentaire et ne se base normalement que sur un petit nombre de sources. Afin de mieux cerner les limitations et complémentarité des données résultant des diverses sources, nous confrontons les résultats obtenus à travers de techniques analytiques (étude de charbons sédimentaires, pollen, pédoanthracologie, levoglucosan et isotopes de plomb et métaux lourds présents dans les tourbières pour les périodes allant jusqu'au Tardiglaciaire) à ceux provenant des archives historiques, collections de périodiques et bases de données climatiques et d'incendies (qui nous transportent jusqu'au XVe, XIXe et deuxième moitié du XXe siècle respectivement). Les résultats prouvent la complémentarité des différentes techniques et leur combinaison permet de pallier en partie leurs limitations individuelles. Les données récentes, précises et fiables, facilitent l'interprétation des anciennes qui, à leur tour, sont nécessaires pour comprendre les processus à longue échéance. Ceci produit des rétro-alimentations très utiles pour la reconstruction de la géographie historique des feux et pour la compréhension de leur rôle en rapport avec la couverture végétale actuelle.

---

Mots-clés: Holocène, histoire des feux de forêt, sources géohistoriques et paléoenvironnementales.

---

## 1. Introducción

Las áreas de montaña del Norte de la península ibérica presentan un mosaico de unidades paisajísticas y ambientales muy diverso y extraordinariamente compartimentado. Ello se traduce en la coexistencia de un gran número de hábitats y de dinámicas, diferenciadas pero complementarias gracias a su contigüidad que, en su conjunto, ofrecen muchas oportunidades a las especies, permiten la existencia de una notable biodiversidad y convierten a las zonas de montaña en objetivos prioritarios de las políticas de conservación de la naturaleza o de las especies amenazadas (Becker y Bugmann, 2001; Huber *et al.*, 2005).

Es habitual otorgar un alto "valor natural" al citado mosaico paisajístico de las áreas de montaña. Sin embargo, su comprensión no es posible sin tener en cuenta el complejo entramado de interacciones que se han estado produciendo a lo largo de toda la historia entre los procesos estrictamente naturales y los inducidos por la acción humana (Willis y Bhagwat, 2009). En este difuso espacio entre lo natural y lo cultural, el fuego ha sido habitualmente utilizado por los habitantes de las montañas del Norte peninsular -que, a priori, presentan unas condiciones poco propicias para su propagación por razones climáticas- como herramienta para facilitar las roturaciones

o el mantenimiento de pastos pero, también, como instrumento de presión o como forma de represalia en los momentos de conflicto (Carracedo *et al.*, 2015). Sumando todas las casuísticas, los fuegos han sido tan recurrentes y generalizados que se han acabado convirtiendo en un factor determinante en la génesis de los paisajes y ecosistemas de estas regiones (Ezquerro y Rey, 2011). No obstante, en época reciente su uso como herramienta de manejo del territorio -que no es comprendido ni tolerado por una sociedad urbana que lo percibe como un mero factor de riesgo y una amenaza para el patrimonio natural- se ha prohibido o regulado estrictamente. Ello ha propiciado un incremento de los fuegos descontrolados produciendo una gran alarma social y obligando a las administraciones a responder con contundencia dando lugar a un círculo vicioso en el que el fuego se ha acabado convirtiendo en un problema (Carracedo, 2015a).

No es posible entender la conformación de la cubierta vegetal del Norte peninsular sin tener en cuenta el papel del fuego a lo largo de la historia (Pérez-Obiol *et al.*, 2016). Sin embargo, el conocimiento que tenemos de la evolución histórica de los incendios en estas áreas, de sus características y de su relación tanto con las actividades humanas como con la propia cubierta vegetal es muy incompleto y fragmentario tanto desde el punto de vista espacial como temporal. De hecho, las reconstrucciones disponibles suelen basarse en la explotación de evidencias procedentes, normalmente, de un único tipo de fuentes cuando no en generalizaciones excesivamente imprecisas. De ahí que las interpretaciones habituales recurran a extrapolar en el tiempo o en el espacio determinados tópicos y hechos “sabidos” pero no resuelven muchos de los interrogantes que se plantean a escala regional o cuando se necesita conocer con precisión lo ocurrido en un periodo concreto de la historia. Y, si bien es cierto que existen algunos valiosos trabajos de carácter interdisciplinar e integrador para contextos geográficos amplios (Araque, 1999; Ezquerro y Rey, 2011), prácticamente no existe información para las dos áreas en las que se ha desarrollado el presente trabajo (Figura 1): el Pirineo oriental (Pallars Sobirà y valles de Boí y de Arán, en Lérida) y la Cordillera Cantábrica (sector comprendido entre los valles del Pas y del Nansa, en Cantabria).

En el presente artículo se presentan algunas reflexiones de carácter metodológico sobre el alcance, complementariedad y limitaciones de las fuentes que han sido utilizadas por los integrantes del Grup de recerca en àrees de muntanya i paisatge (GRAMP) del Departament de Geografia y de la Unitat de Botànica de la Universitat Autònoma de Barcelona y del Grupo de estudio y gestión del medio natural (GIMENA) del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria en sucesivos trabajos de investigación dedicados a la reconstrucción de la historia de los incendios, de su relación con las actividades humanas y de sus efectos en la cubierta vegetal y en el paisaje en las áreas de montaña del Norte de la península ibérica (García Codron *et al.*, 2014). Como el objetivo central de estos trabajos ha sido detectar, valorar y comparar la huella paisajística de las actividades humanas en ambas regiones, se ha considerado necesario abarcar todo el periodo de tiempo comprendido desde el Neolítico, momento en el que aparecen las primeras actividades agrarias hace aproximadamente 7000 años (Fano *et al.*, 2015), hasta la actualidad. Para ello, y dado que se ha tratado de obtener los datos más precisos posibles para cada momento de la historia, ha sido necesario recurrir de manera complementaria pero coordinada a fuentes de información muy diversas, propias tanto de las Ciencias de la Tierra y de la Naturaleza como de las Humanidades y de las Ciencias Sociales.

De este modo, se han explotado los resultados de técnicas analíticas tales como el recuento y/o análisis de los carbones sedimentarios, del polen, de macrorestos vegetales, del contenido de materia orgánica, la sedimentología, los isótopos de plomo, los metales pesados y los carbones edáficos presentes en testigos extraídos en suelos y turberas. Gracias a ello se han obtenido registros

sedimentarios que proporcionan series continuas de datos de todo el Holoceno y que, en algunos casos, nos retrotrae hasta cerca de 20000 años cal. BP. La información anterior se ha combinado con la procedente de fuentes documentales disponibles en los archivos históricos y hemerotecas y con la contenida en las bases de datos climáticas y de incendios (que nos ilustran sobre lo que ha estado ocurriendo desde la Edad Moderna, finales del siglo XIX y segunda mitad del siglo XX respectivamente). Todo ello se ha enriquecido, por fin, con la obtención de diversos testimonios orales y con la observación *in situ* de incendios actuales y de sus consecuencias.

La integración de todos estos datos a medida que se iban generando ha resultado extraordinariamente útil para la consecución de uno de los principales objetivos perseguidos por los dos grupos de investigación a lo largo de los últimos años: un mejor conocimiento de la geohistoria de los incendios y de la cubierta vegetal en el Pirineo de Lérida y Cordillera Cantábrica Central (y, por extensión, en el conjunto de montañas del Norte peninsular). Pero esta aproximación también ha permitido poner a prueba la fiabilidad de la información proporcionada por las distintas técnicas utilizadas y, de este modo, conocer mejor cuáles son, en términos relativos, el alcance, los puntos fuertes y las limitaciones de cada tipo de fuente, comprobar la coherencia de los datos que suministran y, a través de ello, evaluar la propia solvencia de las conclusiones paleoambientales a las que se ha ido llegando. Por tanto, el presente artículo parte de la experiencia adquirida a través de los proyectos, trabajos de investigación y tesis doctorales desarrollados a lo largo de más de una década por los integrantes de los dos grupos de investigación en el terreno de las reconstrucciones geohistóricas de las cubiertas vegetales y de los incendios forestales (Nadal *et al.*, 2010), pero estará dedicado a los interrogantes y aspectos de tipo metodológico comentados más arriba en relación con las fuentes de información y su manejo.

## 2. Metodología: obtención de información mediante las distintas fuentes

Se han podido explotar los datos procedentes de dos tipos de fuentes: por una parte, los depósitos sedimentarios y suelos, acumulaciones a las que se puede presuponer un origen natural y que, por tanto, proporcionan una información “objetiva” (aunque no siempre fácil de interpretar) e igualmente válida para, en principio, cualquier periodo de la historia geológica reciente; por otra parte, las fuentes documentales históricas que, inevitablemente, conllevan una menor o mayor carga de subjetividad, tienen un alcance temporal limitado y una muy desigual distribución en el tiempo y a través del territorio aunque, a cambio, pueden llegar a ser muy precisas y de fácil interpretación. Las primeras suelen ser objeto de estudio desde las Ciencias de la Tierra y de la Vida o desde la Arqueología, mientras que las segundas pertenecen a las Humanidades o las Ciencias Sociales, lo que conlleva la necesidad de recurrir a distintos tipos de metodologías y lenguajes pero implica también, frecuentemente, desiguales niveles de exigencia en relación con la precisión espacial y temporal de los resultados obtenidos y de sus interpretaciones respectivas.

Todos los procedimientos metodológicos descritos se han aplicado simultáneamente y de manera similar en las dos áreas investigadas: los datos de tipo sedimentológico se han obtenido en las turberas que se describen a continuación o en sus entornos inmediatos mientras que las fuentes documentales han permitido obtener la información histórica que se ha podido manejar sobre las mismas áreas de trabajo.

## 2.1. Los depósitos sedimentarios

Los resultados más interesantes se han obtenido a través de muestreos realizados en distintas turberas de las provincias de Lérida, en el Pirineo oriental, y de Cantabria, en el sector central de la montaña cantábrica. Algunas habían sido objeto de estudios anteriores por diversos autores pero en la mayoría de los casos se trata de lugares nuevos y, por lo tanto, toda la información que se ha obtenido en ellos es inédita (Figura 1).

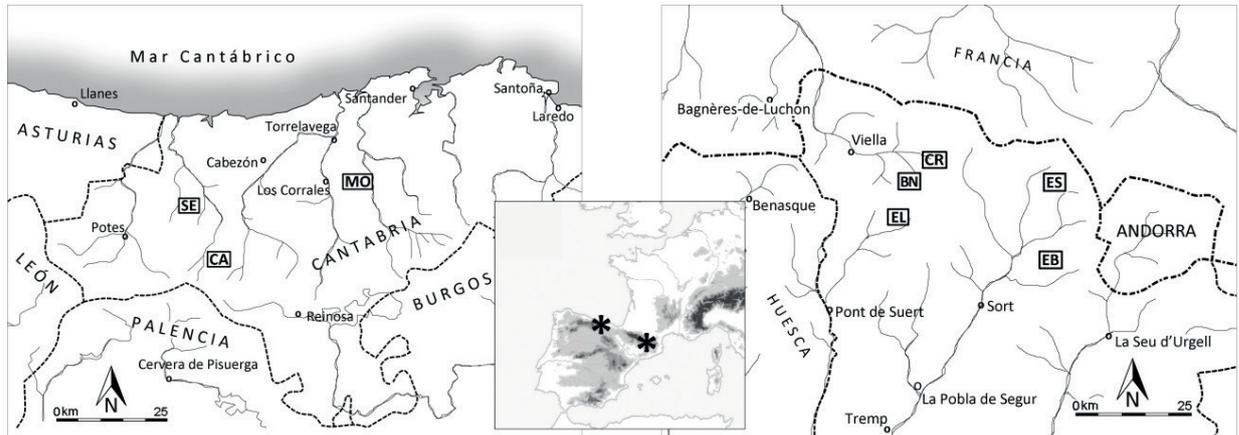


Figura 1. Localización de las áreas de estudio y de los puntos de muestreo.  
Para Cantabria, CA: Cueto de la Avellanosa; MO: La Molina y SE: El Sertal. Para Lérida, BN: La Bassa Nera; CR: Clots de Rialba; EB: Estany de Burg; EL: Estany de Llebreta y ES: Estanilles

Aunque se ha trabajado en algunos otros lugares, las turberas que han proporcionado la información utilizada en el presente artículo son las siguientes:

La Bassa Nera (Naut Aran, 42°38'17"N, 0°55'27"E a 1890 m de altitud). Características del testigo y datación de la base: turba, 2,70 m y antigüedad entre 9490 y 9550 años cal BP.

Estany de Burg (Farrera, 42°30'14"N, 1°18'16"E, 1821 m). Características del testigo y datación de la base: material lacustre y palustre, 14,41 m. de profundidad, 19906 años cal BP.

Clots de Rialba (Alt Aneu, 42°39'53"N, 1°01'14"E, 2090m). Características del testigo y datación de la base: turba, 20 m. de profundidad estimada. No existe datación de la base por no haberse alcanzado. La datación más profunda de la que se dispone hasta el momento es de 7220 ±30 años cal BP a 8,4 m.

Estany de Llebreta (Vall de Boí, 42°32'58.69"N, 0°53'19.29"E, 1619 m). Características del testigo y datación de la base: material lacustre, 9 m, 3540 años cal BP.

Estanilles (Lladorre, 42°37'28.2"N, 1°17'43.2"E, 2247 m). Características del testigo y datación de la base: turba y material lacustre, 2,75 m., 11700 años cal BP.

La Molina (Puente Viesgo, 43°15'38"N, 3°58'37"O, 484m). Características del testigo y datación de la base: turba, 4,67 m., 18840 años cal BP.

Cueto de la Avellanosa (Polaciones, 43°06'50"N, 4°21'58"O, 1340 m.). Características del testigo y datación de la base: turba, 4,25 m y una datación de base: 7160 a 6890 años cal BP.

El Sertal (Rionansa, 43°12'59"N, 4°26'09"O, 1002 m). Características del testigo y datación de la base: turba, 0,63 m, 5045 a 5310 años cal BP.

Siempre que ha sido posible la extracción de testigos sedimentarios, ésta se ha realizado insertando en la turbera un tubo de PVC mediante percusión manual. Este sistema permite obtener columnas sedimentarias de hasta 3 metros de longitud y 10 cm de diámetro reduciendo el riesgo de contaminación o de alteración de la secuencia y proporcionando testigos de muy buena calidad (Pérez Obiol *et al.*, 2016). Cuando esta técnica no ha resultado satisfactoria por no permitir alcanzar la base del depósito, se ha recurrido a la sonda manual tipo Rusa o a un sistema mecánico donde la fuerza es ejercida por un martillo neumático percutor (sonda Eijkelkamp). Por fin, en el Cueto de la Avellanosa, turbera que fue objeto de explotación comercial pero en la que han quedado algunos testigos con cortes verticales de toda la secuencia, las muestras se han obtenido mediante la inserción horizontal de tubos de PVC de 15 mm de diámetro a intervalos regulares a lo largo de toda la serie.

En el laboratorio, los testigos se han descrito y cortado en rodajas de  $\leq 1$  cm de ancho que, a su vez, han sido divididas en porciones para obtener las muestras necesarias para cada tipo de análisis. Posteriormente, se han realizado dataciones de  $^{14}\text{C}$  en el laboratorio de Beta Analytic con el método AMS. Éstas han sido calibradas en edad BP usando la versión 7.0.12 del programa Calib (Stuiver y Reimer, 1993) a partir de los datos de Intcal13 (Reimer *et al.*, 2013). Por fin, esta información ha permitido establecer los modelos cronológicos correspondientes.

De forma complementaria, la descripción sedimentológica se ha acompañado de la medida en laboratorio del contenido de materia orgánica o *Loss On Ignition* (LOI) de cada muestra (Luque, 2003; Julià y Luque, 2006).

Los testigos obtenidos de este modo en las turberas citadas han proporcionado secuencias continuas que abarcan desde la actualidad hasta *ca.* 20000 años cal BP, aunque hasta el momento la información anterior a las primeras transformaciones agrarias del Neolítico (*ca.* 7000 años cal BP) no ha sido explotada más que de forma parcial. El protocolo de trabajo y el tipo de información que se ha buscado ha sido similar en todos los casos para garantizar la máxima comparabilidad de los datos obtenidos en las dos áreas geográficas. Las técnicas a las que se ha recurrido han sido las siguientes:

#### 2.1.1. Análisis de los carbones sedimentarios

Permite estimar en términos relativos la frecuencia e intensidad de los incendios (*fire events*) en los que se produce combustión incompleta de madera y hacer un seguimiento de su evolución a lo largo del tiempo (Vannière, 2001) a partir de la concentración de carbones vegetales ( $> 150 \mu\text{m}$ ) presentes en el testigo.

La extracción de carbones sedimentarios se ha realizado de dos maneras: según un protocolo propio (Pérez-Obiol *et al.*, 2016) adaptado de Carcaillet *et al.* (2001, 2007) considerando el peso de partida y no el volumen de la muestra y equiparando  $\text{mm}^2/\text{cm}^3$  en sedimentos lacustres a  $\text{mm}^2/\text{g}$  para los depósitos de las turberas, con el fin de minimizar el efecto producido por las diferencias en la densidad en el interior de la turbera. Y también con el método propuesto por Carcaillet cuando el volumen era uniforme en el conjunto de la muestra. En todos los casos se utilizó hidróxido de potasio (KOH) como la solución defloculante y para eliminar el contenido orgánico, y una solución de blanqueo de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) a 15% de concentración

(Finsinger *et al.*, 2014). Todas las muestras se calentaron a 70°C durante 90 minutos y se tamizaron a través de una malla de 150  $\mu\text{m}$  después de enfriarse. El número de partículas de carbón vegetal macroscópicas en cada muestra se estimó en un estereomicroscopio a 40x. El área se midió utilizando una rejilla ocular con 100 cuadrados de 0,0625 mm<sup>2</sup> (Carcaillet *et al.*, 2001) obteniéndose la superficie ocupada por los carbones en relación con el peso de la muestra (mm<sup>2</sup>/g o mm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>).

Los fragmentos se clasifican en clases de tamaño que aumentan exponencialmente: clase 1=0,0625 mm<sup>2</sup>; clase 2=0,125 mm<sup>2</sup>; clase 3=0,25 mm<sup>2</sup>; clase 4=0,5625 mm<sup>2</sup>; clase 5=1 mm<sup>2</sup>; clase 6=1,5625 mm<sup>2</sup>; clase 7=3,125 mm<sup>2</sup>; clase 8=6,25 mm<sup>2</sup>.

Siempre que el modelo cronológico lo ha permitido, los recuentos de carbón se han combinado y dividido por la tasa de peso y la sedimentación de la muestra para calcular la tasa de acumulación de carbón vegetal (CHAR, *Charcoal Accumulation Rate*, que se expresa en mm<sup>2</sup>/g/año o mm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>/año). Los carbones mayores de 0,250 mm<sup>2</sup> se han graficado, junto con el número de partículas de carbón vegetal por muestra, con el fin de indicar más claramente los incendios locales (Pérez-Obiol *et al.*, 2016; Pèlachs *et al.*, 2016), tal y como sugerían otros autores (Whitlock y Larsen, 2001; Finsinger *et al.*, 2014).

La resolución espacial de los resultados obtenidos es buena ya que el umbral elegido de >150  $\mu\text{m}$  garantiza que los carbones tienen un origen en el propio valle. Es decir, trabajar con carbones de tamaño igual o superior a 150  $\mu\text{m}$  implica no ir más allá de unos 6-7 km de distancia de la columna de humo (Clark, 1988). La precisión temporal es muy variable a causa de la existencia de tramos más comprimidos que otros a lo largo del testigo sedimentario aunque, en general, oscila entre un siglo y unos 25 años en el mejor de los casos.

La principal limitación de esta fuente es que no permite conocer la incidencia de los incendios que afectan a plantas no leñosas, que son la mayoría de los que se registran en la actualidad y, en general, todos los que se producen en las áreas de pastos una vez que se ha hecho desaparecer el bosque. Además, complica la interpretación la distinción entre los carbones primarios (propios del episodio de fuego) y los secundarios (que pueden haber llegado al registro sedimentario con posterioridad).

### 2.1.2. Análisis espora-palínico

Desde las décadas centrales del siglo pasado, la Palinología se ha estado utilizando de manera cada vez más habitual no sólo en los campos de la Paleoecología y la Arqueología sino también en los de otras muchas disciplinas, como la Climatología, interesadas por la información *proxy* que se deriva del conocimiento de los paleoambientes cuaternarios. De forma más reciente, y a medida que los datos obtenidos y las dataciones históricas iban siendo más precisos, la Palinología se ha incorporado también a los estudios de Geografía Rural y, en combinación con los carbones sedimentarios (tanto los macrorestos como los microcarbones de la misma lámina de polen), proporciona una información muy valiosa en lo relativo a la incidencia y efectos de los incendios a través de la observación de la presencia o ausencia de taxones pirófitos o intolerantes al fuego, la importancia de las formaciones de sustitución asociadas a actividades humanas o al fuego, etc. (Carrión-García, 2012).

El tratamiento físico-químico de las muestras necesario para extraer el polen del sedimento ha sido el descrito por los estándares habituales, incluyendo el tratamiento con ácido clorhídrico,

hidróxido de sodio y ácido fluorhídrico (50% HCl, 10% NaOH y 70% HF), a fin de eliminar los carbonatos, ácidos húmicos y silicatos respectivamente. A continuación, el residuo resultante se monta en preparación biológica en un medio de glicerina fenolada. Para la identificación y recuento de los taxones espora-polínicos y otros palinomorfos se han utilizado un microscopio óptico y las colecciones de referencia apropiadas para el ámbito de estudio y sus claves de identificación o atlas (por ejemplo, Moore *et al.*, 1991; Reille, 1992, 1998, y Reille y Lowe, 1993). Los resultados han sido expresados en porcentajes relativos, excluyendo las esporas y los hidro/higrófitos (*Ranunculus*, Cyperaceae, *Typha-Sparganium*, algas, hongos, helechos, etc.) de la suma base polínica, cuyo porcentaje se ha calculado respecto a ésta. El conteo polínico se ha realizado a partir del tratamiento de 65 muestras, y sólo para estimar tendencias de polen arbóreo, polen no arbóreo y contrastar la información obtenida a partir de los macrorestos y la cuantificación de la materia orgánica.

El polen de los diferentes taxones identificados en los muestreos de ambas regiones tiene una capacidad de dispersión muy desigual, lo que implica que la resolución espacial de los datos obtenidos mediante la Palinología oscila entre la escala local y la regional. La precisión cronológica es la misma que la comentada en el caso de los carbones sedimentarios (entre un siglo y 25 años aproximadamente dependiendo de la profundidad). De cara al conocimiento de los incendios, las principales limitaciones de la Palinología tienen que ver con el carácter indirecto de la información suministrada y con la incertidumbre que siempre existe sobre la localización precisa que pudieron tener las plantas identificadas en los análisis, dada la distinta capacidad de dispersión del polen de las diferentes especies.

### 2.1.3. Pedoantracología

La Pedoantracología cuantifica e identifica taxonómicamente los restos carbonizados de madera contenidos en el suelo. Su datación aporta información cronológica de gran precisión espacial, aunque hasta el momento en los Pirineos y el Norte peninsular ha sido muy poco utilizada (Cunill *et al.*, 2013; 2015; Bal *et al.*, 2010; Py-Saragaglia *et al.*, en prensa). La identificación de las especies en combinación con los datos espora-polínicos permite discriminar las perturbaciones locales de las tendencias regionales.

Las muestras se han obtenido preferentemente realizando catas en el suelo en el entorno inmediato de las turberas para poder combinar los resultados de ambas fuentes de información. El aislamiento del carbón del suelo empieza con el tamizaje de la tierra con agua (mallas 0,4, 0,8, 2 y 5 mm). Seguidamente, los carbones son separados del material retenido con la lupa binocular. La identificación taxonómica se realiza con la ayuda de un microscopio con iluminación episcópica de 10x, 20x y 50x aumentos.

Los principales inconvenientes de la pedoantracología derivan del hecho de que los suelos no constituyen auténticos registros sedimentarios y que, por lo tanto, no presentan una secuencia cronológica (Talon *et al.*, 1998). Ello obliga a datar individualmente los carbones que se consideren interesantes (o, al menos, tantos como sea posible porque el costo de tales dataciones hace inviable considerarlos todos). Además, la escasez de trabajos previos de referencia obliga a ser muy cautelosos a la hora de interpretar los resultados de antracomasa (mg de carbón/kg de tierra) que, de momento, se comparan con los datos obtenidos en los Alpes y otras zonas europeas (Talon, 2010).

#### 2.1.4. Análisis de metales pesados e isótopos del plomo

Las dos áreas de trabajo se sitúan en regiones con una larga tradición minera y metalúrgica (con explotación de diferentes minerales de hierro, cobre, plomo, cinc y otros metales). Por esta razón se ha considerado que el análisis de los isótopos de plomo ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  y  $^{208}\text{Pb}$ ) y de metales pesados u otros elementos habitualmente asociados a ellos contenidos en el testigo sedimentario (incluyendo Al, S, Ti, Fe, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Cd, Ba, Au y Pb) podría proporcionar, como así ha sido, información sobre las etapas con mayor o menos contaminación atmosférica asociada a estas industrias y, en consecuencia, sobre la presión a la que estaban sometidos los recursos forestales a través de actividades como la fabricación de carbón (Pérez Obiol *et al.*, 2015). Además, de forma accesoria, este parámetro puede proporcionar información de tipo climático o sobre procesos geomorfológicos (erosión-movimientos de ladera...).

El análisis de metales pesados se ha realizado en el Servicio de Análisis Químicos (SAQ) de la Universidad Autónoma de Barcelona. Para ello se procedió a digerir muestras de 0,25 gramos de cada una de las rodajas en las que fueron subdivididos los testigos en un horno de microondas (CEM, modelo Mars) con una mezcla de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), HCl y HF haciendo paralelamente blancos de digestión. De este modo se obtuvieron disoluciones nítidas e incoloras que se pasaron por un espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS, Agilent, modelo 7500 ce). Con ello se obtuvieron medidas de los siguientes elementos químicos: As, Cu, Ba, S, Cd, Zn, Sr, Cr, Ti, Al, Fe, Ni, Mn y Pb. También fue determinada la relación isotópica del plomo a partir de la dilución 1:10 de las digestiones de la muestra midiendo con espectrometría ICP-MS (cuadrupol) la señal de la dilución de los isótopos  $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  y  $^{208}\text{Pb}$ . En la mitad de las muestras se calcularon los isótopos  $^{203}\text{Ti}$  y  $^{205}\text{Ti}$  añadido como patrón para poder aplicar la corrección posterior. En el resto se validaron los resultados con el patrón de Pb NIST 981.

Esta fuente ofrece una buena resolución espacial (probablemente la intensidad de la señal varíe enormemente a escala local) aunque no puede descartarse que exista un ruido de fondo supra-regional o incluso extra-regional difícil de identificar y de valorar. La precisión temporal, que depende de muestras similares, es la misma que la descrita en el caso de la Palinología o los carbones sedimentarios, y oscila entre los 25 y los 100 años.

#### 2.1.5. Análisis de levoglucosán

El levoglucosán es un azúcar que resulta de la pirólisis de los carbohidratos (celulosa u otros compuestos orgánicos), que se produce y dispersa a la atmósfera durante los procesos de combustión y que acaba sedimentando con el resto de las partículas y sustancias estudiadas con las técnicas anteriores. La medición de este compuesto permite deducir los incendios producidos por debajo de  $350^\circ\text{C}$  (y, por tanto, incluyendo los que afectan a superficies no arboladas que no dejan rastro en forma de carbones). Sin embargo, la capacidad de dispersión del levoglucosán es elevada y la información que nos proporciona tiene una precisión espacial muy incierta, pudiendo provenir de zonas muy distantes o resultar de una mezcla de varias procedencias. Por esta razón, y a falta de suficientes antecedentes que puedan utilizarse como referencia, hasta el momento sólo se han realizado algunas pruebas de carácter exploratorio.

La experiencia del grupo se limita a la resultante de una colaboración con el equipo del Dr. Antoni Rosell (ICTA-UAB) para intentar validar una metodología basada en el análisis de compuestos pirogénicos de la combustión de la biomasa forestal. De estos compuestos se ha medido el levo-

glucosán, pues solo se produce durante la combustión de celulosa y hemi-celulosa a temperaturas comprendidas entre 150 y 350°C, buscándose la comparación con la señal que proporcionan los carbones sedimentarios (que reflejan combustiones de 200 a 600°C).

La principal ventaja que se puede esperar de esta fuente es que permite conocer la incidencia de los incendios tanto en plantas no leñosas como leñosas, para así poder considerar los eventos de fuego en áreas de pastos una vez que se ha hecho desaparecer el bosque. En cambio, como contrapartida, el levoglucosán podría tener el inconveniente de subestimar los incendios forestales.

#### 2.1.6. Las fuentes documentales

Las fuentes documentales (o “fuentes escritas” en sentido amplio) permiten obtener datos útiles para el periodo de tiempo comprendido entre el final de la Edad Media y la actualidad, aunque la cantidad, calidad y tipo de información contenida en ellas a lo largo de todo este tiempo es muy desigual. Para los periodos anteriores al final de la Edad Moderna, los documentos localizados en los archivos suelen hacer referencia al manejo de los montes y, en relación con ello, a los incendios, aunque las referencias son muy escasas y discontinuas, cuando no anecdóticas, y es preciso esperar hasta el siglo XVIII para que la información contenida en los legajos se vaya diversificando y volviendo más explícita (Carracedo, 2015a).

#### 2.1.7. Obtención de información en los archivos históricos

La información que nos pueden proporcionar los documentos contenidos en los archivos es tan diversa como lo son tanto el ámbito y contenido de éstos (archivos nacionales, históricos provinciales, municipales, eclesiásticos, etc.) como el carácter de la documentación que podemos encontrar en ellos (ordenanzas, pleitos, expedientes, escrituras o registros de propiedad, planes de aprovechamiento, etc.).

En el marco de los proyectos que dan pie a este artículo se ha prospectado en busca de información en el Archivo Histórico Nacional (Madrid), Archivo General de Simancas (Simancas, Valladolid), Archivo Histórico Provincial de Cantabria (Santander), Arxiu Comarcal del Pallars Sobirà (Sort, Lérida), Arxiu Històric de les Valls d’Àneu (Esterni d’Àneu, Lérida), Servicios Territoriales en Lérida del Departament d’Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, además de varios archivos municipales de los valles del Nansa (Cantabria), entre otros. El trabajo desarrollado ha permitido localizar y explotar varios cientos de documentos de todo tipo (ordenanzas, pleitos, leyes, etc.) de fechas comprendidas entre los siglos XV y XX con información relacionada con el uso del fuego o los incendios (Carracedo, 2015a; Carracedo 2015b; Carracedo *et al.*, 2015). Los fondos custodiados en los archivos son ingentes y, en estos proyectos, no se ha pretendido abarcarlos todos sino simplemente realizar un muestreo representativo. De ahí que la explotación a fondo de estos materiales, que tan buenos resultados han proporcionado en otros trabajos de reconstrucción histórica de los incendios (Araque, 1999; Araque *et al.*, 2000; Montiel, 2013; Entrenas, 2014) está pendiente de completarse.

El rendimiento del esfuerzo dedicado a la explotación de las fuentes documentales ha sido desigual tanto desde el punto de vista cronológico como geográfico (algo que resultaba previsible y que es inherente a este tipo de fuentes): se ha obtenido abundante información sobre los usos de los montes y sobre los conflictos que surgieron en torno al aprovechamiento de sus recursos (distintos tipos de intereses o de actores implicados); se han documentado los sistemas de propiedad y, en ocasiones, diferencias en el tipo de manejo del monte asociados a ellas; y se han encontrado

ordenanzas o normas de diverso rango que regulan el uso del fuego, aunque las referencias directas a incendios son muy escasas hasta la segunda mitad del s. XIX. Por otra parte, se ha logrado reunir un cierto volumen de información sobre algunas áreas de Cantabria pero muy poca sobre la zona analizada en el Pirineo.

La resolución espacial de los resultados obtenidos en los archivos es buena (escala municipal, del monte o correspondiente a un sector de valle), mientras que la precisión temporal puede acercarse a un año/temporada. Sin embargo, este tipo de fuentes presenta limitaciones importantes asociadas a la dificultad de localizar los documentos, habitualmente dispersos y sin clasificar, a la escasez de referencias utilizables, al carácter subjetivo y frecuentemente interesado de los datos que se anotan y, sobre todo, al escaso rendimiento del trabajo ya que se hace necesario revisar grandes volúmenes de documentos pero la información explotable que se consigue obtener a cambio de este esfuerzo es muy reducida (a lo que se añade la propia dificultad de interpretación de los textos manuscritos más antiguos). No obstante, pese a dichas limitaciones, los documentos históricos contenidos en los archivos resultan imprescindibles para el conocimiento de las circunstancias que rodearon a los fuegos e incendios entre los siglos XV y XX.

#### 2.1.8. La prensa como fuente de información

A partir de las últimas décadas del siglo XIX los medios de comunicación de masas han experimentado un continuo desarrollo y diversificación, siendo hoy capaces de transmitir y hacer llegar información de forma inmediata hasta o desde cualquier lugar del Planeta. De entre todos ellos, la prensa escrita, el primero en universalizarse, tiene un especial interés para nosotros por su inmediatez, proximidad al acontecimiento descrito, nivel de detalle, precisión y abundante información pero, también, por ser relativamente fácil de explotar al imprimirse y conservarse en las hemerotecas colecciones más o menos completas de muchas cabeceras.

La prensa no puede considerarse como un registro objetivo de todo lo ocurrido en una región ya que sólo recoge aquellos acontecimientos que los editores consideran relevantes, silenciándose o, por el contrario, destacándose las noticias en función de intereses comerciales, sesgos ideológicos o sensibilidades de cualquier tipo. Conscientes de esta limitación y de que los incendios forestales generan hoy una alarma social que, aparentemente, no existía en un pasado reciente, se han analizado las noticias que han ido apareciendo sobre ellos no tanto para buscar información sobre la incidencia de los siniestros sino con el objetivo de conocer la importancia que se les ha ido dando desde principios del siglo XX y la respuesta social que han merecido.

Para ello se ha recurrido a dos periódicos de ámbito nacional, como son los diarios ABC y la Vanguardia, y a uno de difusión regional, El Diario Montañés (Cantabria). Esta elección ha estado determinada por tratarse de tres periódicos que se han estado publicando prácticamente sin interrupción, y sin sufrir rupturas importantes en sus líneas editoriales, desde hace más de un siglo. Los dos primeros están digitalizados e indexados y sus colecciones pueden consultarse *online*, lo que ha permitido explorar las colecciones completas recurriendo a una selección de palabras clave. En cambio, el Diario Montañés no lo está y sólo puede consultarse en la hemeroteca, lo que desborda las posibilidades de un trabajo como el presente ya que vaciar la colección completa exigiría recorrer más de un millón de páginas en busca de unas noticias que, en la mayor parte de los casos, aparecen muy poco destacadas. De ahí que este último sólo haya sido objeto de un muestreo.

### 2.1.9. Fuentes para los incendios contemporáneos: partes de incendios, estadísticas y bases de datos

Las primeras fuentes que recogen información sistemática de los incendios son los Partes Mensuales elaborados para los distritos forestales entre el último tercio del XIX y el primero del XX (Araque, 1999; Montiel, 2013).

Sin embargo, no será hasta 1968, con la puesta en marcha de la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF), que es considerada una de las mejores de cuantas existen, cuando podamos comenzar a trabajar con información sistemática de cada incendio forestal. Esta base de datos se nutre de la información recogida, después de cada siniestro, en los Partes de incendio, que incluyen más de 150 campos sobre cuestiones tan diversas como la localización, duración, superficie afectada, especies afectadas, medios de extinción, etc.). La escala temporal de la EGIF es diaria (aunque contiene información horaria), mientras que las áreas quemadas, que hoy se cartografían con una precisión métrica, han sufrido más variaciones a lo largo del tiempo y pueden variar entre la parcela y el término municipal.

Las fuentes para el análisis de los siniestros contemporáneos son muy valiosas ya que nos permiten definir la tipología de los incendios actuales, sus causas o motivaciones así como localizar los puntos más problemáticos, al tiempo que nos ayudan a focalizar su gestión. Pero también son una herramienta fundamental para entender los incendios pasados.

## 3. Resultados: la historia de los incendios a través de sus distintas fuentes

El trabajo realizado demuestra la utilidad de las distintas técnicas empleadas. Cada una de ellas adolece de sus propias limitaciones y su aplicabilidad varía dependiendo de los lugares o periodos considerados pero todas ellas han proporcionado resultados parciales de interés que resultan complementarios y coherentes entre sí.

### 3.1. Resultados obtenidos a partir de los depósitos sedimentarios

3.1.1. Los datos obtenidos a través del análisis de los carbones sedimentarios confirman algunos resultados generales válidos para las montañas del Norte de la península ibérica y sintetizados en Pélachs *et al.* (2016) tales como:

- La presencia ininterrumpida de episodios de incendio en la mayor parte del Holoceno.
- La especial importancia que tuvo fuego en el inicio del Neolítico, la Edad de los Metales (transición Bronce/Hierro) y el inicio de la Edad Media, momentos en los que éste perturbó significativamente el sistema forestal
- Para tener grandes episodios de incendios (*fire events*) la disponibilidad de biomasa es fundamental. En cambio, el tipo de vegetación no resulta tan determinante.
- A lo largo de los últimos años se ha podido contrastar la influencia de los episodios de incendio en el paisaje desde el inicio del Holoceno, y se ha relacionado su intensidad con la disponibilidad de biomasa y la alternancia de fases climáticas más o menos favorables al fuego (Power *et al.*, 2008; Carcaillet *et al.*, 2012; Feurdean *et al.*, 2012; Gil-Romera *et al.*, 2014). Aunque el advenimiento del Neolítico y las sucesivas etapas culturales hasta la Edad Media han mostrado como el fuego ha sido un gran aliado para abrir espacios forestales con árboles y mantener

paisajes abiertos una vez la vegetación arbórea había desaparecido (Bal *et al.*, 2011; Cunill *et al.*, 2012; Feurdean *et al.*, 2012; Gil-Romera *et al.*, 2014; Morales-Molino *et al.*, 2013).

- La precisión cronológica de los últimos trabajos ha permitido confirmar los eventos de fuego, detectar sus picos y discutir su intensidad (Pérez-Obiol *et al.*, 2016). Además, se han abordado las causas de los incendios a lo largo del Holoceno a partir del presupuesto de que en un régimen natural los ciclos climáticos parecen explicar los de los incendios (Pèlachs *et al.*, 2011). En este sentido, para algunas interpretaciones han sido muy interesantes las aportaciones basadas en los ciclos de Bond (Bond *et al.*, 1997) y las fluctuaciones casi-periódicas (ca. 1500 años) durante el Holoceno que algunos autores relacionan con cambios climáticos y los incendios (Burjachs y Expósito, 2014). Sin embargo, a partir del Neolítico el régimen de incendios cambia de acuerdo con patrones culturales, presentando diferencias en los distintos periodos históricos (Gassiot *et al.*, 2014). En la actualidad, los fuegos siguen siendo culturales y se producen con relativa independencia del clima (aunque no de la meteorología).

3.1.2. No es la intención de este trabajo presentar un estudio espora-palínico completo. Sin embargo, los datos palínicos demuestran algunos hechos en relación con los incendios que merecen ser discutidos brevemente:

- El hecho de que se registren fuegos al inicio del Holoceno implica, la mayoría de las veces, que la biomasa estaba formada mayoritariamente por bosques plano-caducifolios, ya que eran éstos los que ardían. De forma general, a lo largo de la segunda mitad del Holoceno este tipo de bosques ha sido sustituido en el Pirineo por otro de coníferas, mientras que en el Cantábrico este cambio no se ha dado. El análisis palínico nos permite detectar las interacciones que se produjeron entre el aumento de la biomasa de leñosas y los incendios. La expansión de los bosques mesófilos ha representado a menudo un aumento de combustible y ello ha conducido a una mayor frecuencia e intensidad de los incendios. La disponibilidad y acumulación de biomasa reflejada en las frecuencias palínicas y su correlación con los resultados cuantitativos de carbones sedimentarios permite empezar a explorar la dinámica de los incendios no antrópicos antes del Neolítico.
- El incremento de episodios de incendio entre 6000 y 5000 años cal BP, coincidente con el episodio Bond Event 4, tal y como se ha señalado para el Pirineo (Pèlachs *et al.*, 2011) y para la Cordillera Cantábrica, se da sobre distintos tipos de biomasa forestal (Pérez-Obiol *et al.*, 2016). Se trata de un momento histórico que coincide con el inicio del Neolítico en ambas regiones, lo que se refleja en la aparición de los primeros claros en el bosque por actividad agraria (que, a su vez, queda demostrada por la aparición del cereal en los diagramas palínicos).
- La mayoría de los registros indican un incremento muy importante de los picos de carbón y una deforestación generalizada que coincide con el final de la Edad del Bronce y primera parte de la del Hierro, entre hace 3000 y 2500 años cal BP. Las aperturas forestales a partir de ese momento se prolongarán en el tiempo y las sucesivas perturbaciones en la transición al mundo romano y, sobre todo, durante la Edad Media acabarán de configurar un paisaje abierto que ha tenido en el fuego uno de los principales aliados hasta hace poco tal como se puede observar, por ejemplo, en las cotas más altas pirenaicas (Pérez-Obiol *et al.*, 2012) o en partes de los valles más bajos (Bal *et al.*, 2011).
- La falta de incendios significativos en los últimos siglos se debe atribuir al hecho de que las quemadas se han realizado sobre herbáceas en áreas de paisajes abiertos (Pérez-Obiol *et al.*, 2016). Se trataría, por tanto, de fuegos de mantenimiento y no de apertura forestal.

3.1.3. En la vertiente Sur del Pirineo los estudios pedoantracológicos realizados se han focalizado en la evolución del límite superior del bosque durante los últimos 12000 años. Las zonas de alta montaña localizadas por encima de los 2000 m son consideradas como uno de los paisajes menos transformados. Sin embargo, mediante la Pedoantracología se ha podido demostrar que algunas áreas ocupadas en la actualidad por prados alpinos estuvieron previamente cubiertas de bosques. Durante los periodos anteriores al Neolítico, los factores climáticos tuvieron un papel clave en los incendios ocasionales de estos bosques de altitud, pero a partir de la aparición de las primeras sociedades ganaderas, la necesidad de pastos para el ganado propició el uso del fuego, haciendo descender el límite superior del bosque en diferentes épocas históricas. De este modo, en las montañas de Boldís (Pallars Sobirà, Lérida) el límite actual del bosque se encuentra a 2000 m, 400 metros por debajo del límite altitudinal holoceno máximo indicado por la pedoantracología (Cunill, 2010; Cunill, *et al.*, 2012).

Por otro lado, estos estudios han proporcionado información precisa sobre los procesos de colonización postglacial de las zonas de alta montaña, y los carbones demuestran que hace 10000 años ya existían masas arbóreas de pinos más o menos consolidadas a 2200 m de altitud (Cunill *et al.*, 2012).

3.1.4. La señal de los metales e isótopos ha permitido distinguir distintas etapas por contaminación en los Pirineos y en la Cordillera Cantábrica:

- Coincidiendo con el Bronce final e inicio de la Edad del Hierro, entre hace 2500 y 3000 años cal BP, se observa una señal que, aunque débil, podría representar una primera etapa de perturbación que se explicaría por la extracción de plata asociada a minerales de plomo, de hierro o de otros metales (Pèlachs *et al.*, 2015).
- También se ha podido identificar y confirmar una importante contaminación por plomo en torno a los primeros siglos de nuestra era, durante el periodo Tardo-Romano, en concordancia con lo que ya habían señalado otros estudios (Camarero *et al.*, 1998; Galop *et al.*, 2001; Monna *et al.*, 2004; Irabien *et al.*, 2012).
- Por fin, aparece bien definida la fase más reciente que se inicia en una etapa proto-industrial a partir del siglo XVIII y llega hasta la actualidad. Un aumento de la mayoría de los metales, asociado a los efectos de la industrialización, caracteriza el siglo XX, mientras que las gasolinas con plomo marcan claramente el final de dicha centuria. Los valores bajos de la relación isotópica  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  del siglo XX en el valle de Arán se han podido relacionar con la actividad industrial de los últimos 100 años y demuestran la influencia de las gasolinas de Broken Hill (Australia) (Pèlachs *et al.*, 2015).

3.1.5. En el caso del levoglucosán merece destacarse que se han registrado valores altos en momentos de baja señal de incendios de leñosas, lo que parece avalar la utilidad de esta técnica para medir las quemadas de matorral bajo y/o pastos. Sin embargo, hasta el momento el trabajo no ha ido más allá de estos ensayos iniciales por la dificultad de conocer el origen preciso del levoglucosán, además de porque los resultados son difíciles de validar a falta de información sobre otras variables (por ejemplo, de hidrocarburos aromáticos policíclicos).

### 3.2. Resultados obtenidos a partir de las fuentes documentales

A partir de mediados del siglo XIX los datos de incendios empiezan a ser bastante numerosos, aunque hasta la aparición de las bases de datos contemporáneas la reconstrucción de series conti-

nuas y, por tanto, el trabajo estadístico o la comparación de la incidencia en áreas distintas no resulta posible ya que la información es excesivamente desigual y asistemática (Carracedo, 2015b). Para ello hay que esperar hasta la segunda mitad del siglo pasado, momento en el que las fuentes experimentan un extraordinario desarrollo y hacen posible combinar datos estadísticos de calidad, información textual de los partes de incendios o descripciones de los grandes siniestros –que proporcionan las noticias de prensa– con cartografía, ortofotografía o imágenes de todo tipo.

3.2.1. Los archivos históricos contienen algunos documentos, los menos, con referencias directas de incendios y, en tal caso, suelen aportar información sobre el monte o la zona en la que se produjo el siniestro así como sobre el tipo de cubierta vegetal afectada y, a veces, su fecha y las condiciones meteorológicas que lo pudieron propiciar (principalmente temporales de viento). Sin embargo, la mayoría de los documentos sólo proporcionan un conocimiento indirecto (aunque no por ello de menor interés) a través de diversas reglamentaciones del uso del fuego o información sobre distintas cuestiones relacionadas con él o que pudieron estarlo: usos y prácticas agrarias (labores de limpieza de montes o relacionadas con el mantenimiento de pastos, aprovechamientos de pastos o del bosque, etc.), actividades que tenían lugar en las mismas áreas o que competían por los mismos recursos (carboneo, ferrerías, fábricas o manufacturas de todo tipo) o diversas cuestiones relacionadas con los sistemas de propiedad y conflictos de intereses que pudieron propiciar, como lo siguen haciendo en la actualidad, el uso del fuego (Carracedo, 2015a; Carracedo *et al.*, 2015).

3.2.2. Los resultados obtenidos a través de la prensa son coherentes con lo esperado: existen algunas noticias útiles desde los últimos años del siglo XIX, aunque hasta la segunda mitad de la centuria siguiente las referencias a incendios forestales fueron muy escasas y selectivas, y la mayor parte de los siniestros pasaron desapercibidos por no merecer la atención de los medios. Sin embargo, la promulgación de la Ley de Montes de 1957 y de su Reglamento en 1962 coincidió con un cambio de actitud y con el inicio de una campaña gubernamental que produjo un rápido incremento del número de noticias y de la importancia otorgada a esta clase de sucesos. Por fin, a lo largo de las tres o cuatro últimas décadas los periódicos, sobre todo los regionales, han estado ofreciendo una buena cobertura de los grandes siniestros y episodios de incendios, convirtiéndose en una fuente insustituible para conocer tanto sus efectos como la respuesta que suscitaron entre los distintos agentes implicados en ellos.

Aunque la falta de noticias no indica ausencia de incendios y el número de referencias no guarda relación con la incidencia ni con la distribución geográfica de este tipo de sucesos, la información suministrada por la prensa es fiable a escala local, y su precisión temporal va de un día a una semana. Además, al contener fotografías y reflejar testimonios de primera mano, permite inferir circunstancias que las demás fuentes no reflejan, y contribuye particularmente bien a completar la información sobre los aspectos humanos y sociales de los incendios.

3.2.3. Por fin, para el periodo más reciente se cuenta con los partes de incendios y con todos los productos y bases de datos elaborados con la información contenida en ellos. Esta fuente permite demostrar que la evolución en las dos regiones estudiadas no es paralela. Así, mientras que en el ámbito cantábrico los incendios, en su mayor parte intencionados y vinculados a las actividades ganaderas, suponen un verdadero problema ya que cada vez son más numerosos y se quema más superficie, en la zona estudiada del Pirineo los incendios, en la actualidad, son muy escasos y se deben en su mayor parte a causas naturales (rayos) o a negligencias. Ambas

áreas tienen en común que las cubiertas más afectadas por el fuego son las no arboladas y que la mayor parte de las superficies quemadas se concentran a finales del invierno-principios de la primavera, aunque en el caso del Pirineo los incendios, si bien en menor grado que en invierno, también son frecuentes en verano (Carracedo, 2015a; Badia *et al.*, 2014).

La comparación de la información documental de las dos regiones analizadas permite deducir que, aunque en periodos anteriores los usos ganaderos, y con ellos los fuegos e incendios vinculados, debieron ser similares, la distinta evolución reciente de sus respectivas economías rurales, con un fuerte retroceso de la actividad ganadera en el Pirineo frente a su relativo mantenimiento en la Cantábrica, ha supuesto una progresiva diferenciación de la problemática de ambas regiones.

### 3.3. Reconstrucción de la historia de los incendios a partir de la integración de la información suministrada por las distintas fuentes

Los resultados proporcionados por las distintas fuentes presentan inevitables limitaciones inherentes a cada tipo de técnica o a su distinta resolución espacial o temporal. Sin embargo, su combinación permite paliar bastante satisfactoriamente los inconvenientes derivados del desigual alcance cronológico de los indicadores o fuentes disponibles y obtener una secuencia temporal ininterrumpida y fiable (gráfico 1).

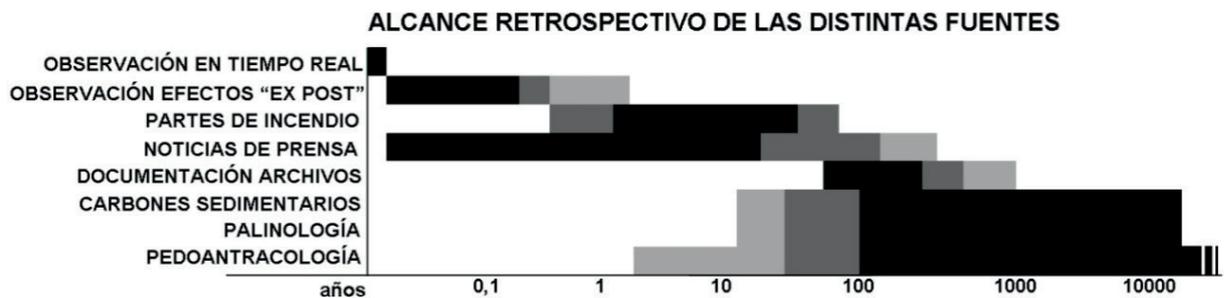


Gráfico 1. Periodo de años (antes de la actualidad) en el que las distintas fuentes resultan utilizables

Por otra parte, la integración de la información procedente de fuentes, metodologías y planteamientos propios de distintos campos científicos reduce las incertidumbres en la interpretación de los resultados y permite un acercamiento más holístico a la historia de los incendios forestales en las áreas de montaña del Norte Peninsular. Las distintas fuentes se retroalimentan y los resultados de muchas de ellas facilitan la interpretación de los procedentes de otras (Cuadro 1).

### RETROALIMENTACIÓN ENTRE DISTINTOS TIPOS DE FUENTES

		Los datos obtenidos mediante...							
		OBSERVACIÓN EN TIEMPO REAL	OBSERVACIÓN DE LOS EFECTOS	PARTES DE INCENDIOS	NOTICIAS DE PRENSA	ARCHIVOS HISTÓRICOS	CARBONES SEDIMENTARIOS	PALINOLOGÍA	PEDOANTRACOL.
Facilitan la interperación de...	OBSERVACIÓN EN TIEMPO REAL		SI						
	OBSERVACIÓN DE LOS EFECTOS	SI		SI	A VECES			A VECES	
	PARTES DE INCENDIOS	A VECES	A VECES		SI				
	NOTICIAS DE PRENSA	A VECES	A VECES	SI			A VECES		
	ARCHIVOS HISTÓRICOS	A VECES		A VECES			A VECES	A VECES	A VECES
	CARBONES SEDIMENTARIOS		A VECES	A VECES		A VECES		SI	SI
	PALINOLOGÍA		SI			A VECES	SI		SI
	PEDOANTRACOL.			A VECES	A VECES	A VECES	A VECES	SI	

Cuadro 1. Posibilidad de retroalimentación de las distintas fuentes

De este modo, la integración de toda la información disponible ha permitido una reconstrucción de la historia de los incendios desde el final del Paleolítico, momento en el que éstos ya existían, sin que se pueda descartar que parte de ellos fueran producidos intencionadamente por los primeros grupos humanos como técnica de caza, para defenderse de los animales o por otros motivos (Carracedo, 2015a, Carracedo, 2015b). No obstante, la señal de estos fuegos es débil y, a juzgar por la información disponible hasta el momento, su impacto a largo plazo en la cubierta vegetal debió ser poco relevante.

Sin embargo, y en consonancia con lo que ha sido documentado en otras regiones cercanas (Rius *et al.*, 2012), la situación cambió bruscamente en el Neolítico (Pèlachs *et al.*, 2016), cuando la incidencia de los fuegos se dispara a consecuencia de las roturaciones asociadas a las primeras actividades agrarias. Y aunque hay pocos testimonios arqueológicos de este episodio datados con precisión, las fechas de los existentes no deja lugar a dudas, tal como ocurre en los valles bajos de Cantabria donde los fuegos, analizados en la turbera de La Molina, se hacen habituales en torno a 6200 años cal BP, mientras que el primer resto de cereal conocido, procedente de la Cueva del Mirón, tiene una datación de 6250 años cal BP (Straus y González, 2003).

De forma complementaria, la Palinología muestra como la aparición y utilización del fuego produjo una fuerte transformación de la cubierta vegetal, que se tradujo en una reducción y alteración de la cubierta arbórea y una rápida expansión de las formaciones herbáceas o sub-arbustivas de sustitución dominadas por taxones pirofíticos como *Calluna*, *Erica*, *Ulex* o *Pteridium* (Pérez Obiol *et al.*, 2012 y Pérez Obiol *et al.*, 2016), comunidades secundarias que siguen manteniendo un gran protagonismo en el paisaje actual. Los resultados de los análisis polínicos realizados a partir de testigos sedimentarios que abarcan los últimos milenios han demostrado ser extraordinariamente útiles para entender la conformación del territorio en la actualidad.

La información disponible no permite reconstruir las circunstancias precisas de los incendios más antiguos pero indica que el fuego ha sido continuamente utilizado por los sucesivos grupos humanos como herramienta para roturar el bosque, mantener los pastos o ejercer presión en periodos de conflicto (Bal *et al.*, 2011; Carracedo, 2015a). Asimismo se observa que, desde el mismo momento de su aparición, la importancia de los incendios ha conocido fuertes variaciones coincidentes con las distintas fases culturales o grandes ciclos económicos de la historia, demostrando así su estrecha relación con las actividades humanas.

Hasta el final de la Edad Media existe muy poca información documental sobre los incendios, aunque las curvas de carbones y los diagramas polínicos resultan coherentes con lo que nos dice la historia, permitiendo presuponer que el fuego se siguió utilizando de manera habitual para roturar y mantener los pastos.

Sin embargo, a partir del siglo XV las fuentes históricas se hacen más explícitas y permiten relacionar los fuegos con los aprovechamientos de bosques y pastos. Los documentos demuestran que el fuego se utiliza habitualmente y, aunque con el comienzo de las restricciones de los usos tradicionales en los montes, en un primer momento vinculadas a las dotaciones de árboles para la Corona, ya comienza a haber constancia de incendios intencionados, las quemas se citan como algo normal y, en general, sin connotaciones negativas (Carracedo, 2015a; Carracedo, 2015b; Carracedo *et al.*, 2015).

Es relativamente habitual que se haga referencia al uso del fuego por parte de los pastores y ganaderos para regenerar o limpiar los pastos, a finales del invierno o comienzos de la primavera, antes de la subida del ganado al monte a finales de esta última estación. Pero, al mismo tiempo, las reglamentaciones fijan importantes condenas para los causantes de fuegos incontrolados susceptibles de causar daños al bosque de forma innecesaria. Esto parece probar que en la mayor parte de los casos se trataba de quemas agrarias que se utilizaban para mantener los pastos y contener el avance del matorral, práctica vista como normal, y no auténticos incendios forestales, que se consideraban perjudiciales para el conjunto de la comunidad y que se intentaban evitar. Las curvas de incidencia de los incendios obtenidas a través de los carbones reflejan una fuerte reducción de su importancia respecto a los valores altomedievales, lo que resulta coherente con la información histórica y nos indica una disminución de las roturaciones (aunque no necesariamente de las quemas de pastos que afectan a vegetación no leñosa ya que éstas no dejan rastro en los depósitos sedimentarios).

Por otra parte, en la Edad Moderna se intensifica la explotación del bosque por parte de ferrerías, astilleros, minas u otras industrias similares que, generalmente, cuentan con el beneplácito de la Corona o están directamente a su servicio. Este tipo de actividades, que deja su huella en forma de contaminación por metales pesados y que ha conocido varios picos a lo largo de la historia, conoció su máximo de intensidad durante este periodo y produjo la esquilmación de amplias superficies de bosque, propiciando la aparición de numerosos conflictos por el uso o la propiedad de los montes que, tal como nos dicen los documentos localizados en los archivos, dieron pie a incendios provocados en las tierras objeto de litigio.

A lo largo de los dos últimos siglos se ha ido generalizando la preocupación por el deterioro de los bosques, por una parte porque con ello se veía peligrar el aprovechamiento de sus recursos y, por otra, por los efectos ambientales que acarrea su desaparición. Al tiempo, los montes, que tradicionalmente se percibían poco más que como el espacio productivo de las sociedades rurales y de sus habitantes, han pasado a considerarse como un patrimonio colectivo que es necesario

preservar mediante una estricta regulación de su uso. Este cambio, que se ha ido produciendo poco a poco entre mediados del siglo XIX y la actualidad, ha propiciado la promulgación de decenas de normativas de distinto rango que han acabado regulando y burocratizando la mayoría de las actividades relacionadas con el aprovechamiento de los montes. El uso del fuego, que desde la administración se suele contemplar como un factor de riesgo asociado a prácticas más o menos arcaicas y un elemento a proscribir, se ha ido reglamentando y criminalizando con el aplauso de una sociedad cada vez más urbana, proceso que se ha llevado a cabo sin contar con los intereses de la población rural.

En las regiones en las que la ganadería de montaña ha pasado a convertirse en una actividad residual, como es el caso del Pirineo, el fuego ha dejado de utilizarse como herramienta, ya que las quemadas se han vuelto innecesarias aunque los incendios siguen produciéndose en las áreas forestales donde el riesgo podría incluso aumentar por la acumulación de combustible. Sin embargo, en la Cordillera Cantábrica, donde la actividad ganadera de montaña sigue siendo importante, la población rural considera las normas como una imposición externa y tiende a ignorarlas o, incluso, a rebelarse contra ellas, perpetuando e incrementándose el uso del fuego, ahora en forma de incendios intencionados. De ahí que en muchos ambientes el fuego, que sigue considerándose como la herramienta más eficaz para controlar la composición y estructura de la cubierta vegetal, se utilice igualmente como medida de protesta contra decisiones que son tomadas sin el debido consenso por la administración forestal.

#### **4. Conclusiones: complementariedad, puentes y barreras metodológicas entre las distintas fuentes**

El fuego ha sido utilizado desde la Prehistoria como la más eficaz de las herramientas para la creación, mantenimiento o acceso a los pastos en las áreas de montaña del Norte peninsular. Su continua repetición lo ha convertido en un factor determinante de la génesis de los paisajes de montaña regionales y en uno de los pilares de sus agroecosistemas, por lo que el conocimiento de su incidencia y efectos ambientales a lo largo de la historia resulta esencial para gestionar correctamente la biodiversidad y los hábitats actuales.

La reconstrucción de la incidencia, distribución espacial y efectos de los incendios a lo largo de la historia requiere tener en cuenta tanto sus condicionantes naturales, como son, entre otros, la cubierta vegetal, la cantidad y estado del combustible, las condiciones meteorológicas o los ciclos climáticos, como un complejo entramado de factores humanos tales como la base económica, los usos del suelo o el marco legal y administrativo de cada momento y lugar. Las diferentes fuentes y técnicas utilizadas para su estudio en las dos áreas de trabajo, propias tanto de las Ciencias Naturales como de las Sociales, han proporcionado a lo largo de estos años resultados parciales y con distintas escalas de precisión en relación con los objetivos perseguidos.

Sin embargo, todos estos datos resultan complementarios y perfectamente coherentes entre sí, de manera que su combinación permite “enlazar” todas las épocas y produce sinergias de gran interés de cara a la comprensión de un fenómeno complejo que no puede abarcarse satisfactoriamente si no es a través de una aproximación transversal. Los datos de las fuentes más recientes, que son también los más precisos y completos, permiten “mirar hacia atrás” y proporcionan claves para entender los más antiguos, mientras que estos últimos resultan insustituibles para entrever las consecuencias de procesos muy extendidos en el tiempo, dando lugar a mecanismos de re-

troalimentación que resultan muy útiles para la reconstrucción de la historia de los fuegos bajo el principio del actualismo y para entender el papel desempeñado por éstos en la construcción y evolución de los paisajes y hábitats “naturales” que conocemos hoy

## 5. Agradecimientos

Este trabajo se basa en la experiencia adquirida a través de varios proyectos y tesis doctorales. Los datos más relevantes se deben a dos proyectos coordinados del Plan Estatal de I+D+i: “El uso del fuego y la conformación de los paisajes en la montaña cantábrica y el Pirineo oriental” (CSO2012-39680-C02-01) realizado en el Depto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria y “Geohistoria ambiental del fuego en el Holoceno. Patrones culturales y gestión territorial desde el inicio de la ganadería y la agricultura en la montaña cantábrica y Pirineo” desarrollado en el Depto. de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona (CSO2012-39680-C02-02). Por otra parte, se ha contado con el complemento del “Grup de Geografia Aplicada” AGAUR – Generalitat de Catalunya (2009 SGR 106) y (2014 SGR 1090) también de Geografía de la UAB. Además, en la actualidad se sigue trabajando en la validación de algunas de estas metodologías y obteniendo nuevos datos a través del proyecto “Estudio biogeográfico histórico comparado (Montaña Cantábrica, Sistema Central y Pirineos): 18000 años de cambios climáticos y antrópicos sobre especies forestales indicadoras” (CSO2015-65216-C2-1-P)

La información que sirve de base al presente artículo se ha obtenido gracias a la colaboración de todos los investigadores de los proyectos mencionados más arriba en los que, además, de los firmantes de este trabajo, participaron Anna Badia Perpinyà, Carmen Ceballos Cuerno, Concepción Diego Liaño, Carolina Garmendia Pedraja, Leonor de la Puente Fernández, Domingo F. Rasilla Álvarez, María Victoria Rivas Mantecón y Iago Vázquez Fernández (CSO2012-39680-C02-01) y María Barrachina Jiménez, García-Amorena Gómez del Moral, Ignacio, David Molina Gallart, Jordi Nadal Tera, Joan Nunes Alonso, Aarón Pérez Haase y Joan María Roure Nolla (CSO2012-39680-C02-02). Nuestro agradecimiento a todos ellos por sus contribuciones respectivas.

## 6. Referencias bibliográficas

- Araque, E. (coord.) (1999). *Incendios históricos. Una aproximación multidisciplinar*. Baeza: Universidad Internacional de Andalucía (UNIA) y Caja Rural de Jaén.
- Araque, E.; Sánchez Martínez, J.D.; Moya, E.; Pulido, R. y Garrido, A. (2000). *Jaén en llamas. Presencia histórica de los incendios forestales en los montes provinciales*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses.
- Badia, A.; Pèlach, A.; Vera, A.; Tulla, A. F. y Soriano, J. M. (2014). “Cambios en los usos y cubiertas del suelo y los efectos en la vulnerabilidad en las comarcas de montaña de Cataluña. Del rol del fuego como herramienta de gestión a los incendios como amenaza”. *Pirineos*, 169, e001. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/Pirineos.2014.169001>.
- Bal, M. C.; Rendu, C.; Ruas, M. P. y Campmajo, P. (2010). “Paleosolcharcoal: reconstructing vegetation history in relation to agro-pastoral activities since the Neolithic. A case study in the Eastern French Pyrenees”. *Journal of Archaeological Science*, 37 (8), 1785-1797.
- Bal, M. C.; Pèlach, A.; Pérez-Obiol, R.; Julià, R. y Cunill, R. (2011): “Fire history and human activities during the last 3300 cal yr BP in Spain’s Central Pyrenees: the case of the Estany de Burg”. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, (300), 179-190.
- Becker, A.; Bugmann, H. (2001). *Global change and mountain regions*. Stockholm: IGBP Report, 49.
- Bond, G.; Showers, W.; Cheseby, M.; Lotti, R.; Almasi, P.; deMenocal, P.; Priore, P.; Cullen, H.; Hajdas, I.; Bonani, G. (1997). “A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates”. *Science*, 278 (5341), 1257-1266.

- Burjachs, F. y Expósito, I. (2014). "Charcoal and pollen analysis: Examples of Holocene fire dynamics in Mediterranean Iberian Peninsula". *Catena*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.006>
- Camarero, L.; Masqué, P.; Devos, W.; Ani-Ragolta, I.; Catalan, J.; Moor, H.C.; Pla, S. y Sánchez-Cabeza, J.A. (1998). "Historical variations in lead fluxes in the Pyrenees (Northeast Spain) from a dated lake sediment core", *Water, Air, and Soil Pollution*, (105), 439-449.
- Carcaillet, C.; Bouvier, M.; Frechette, B.; Larouche, A.C. y Richard, P. J. H. (2001). "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analysis for local and regional fire history". *Holocene* (11), 467-476.
- Carcaillet, C.; Bergman, I.; Delorme, S.; Hornberg, G. y Zackrisson, O. (2007). "Long-term fire frequency not linked to prehistoric occupations in northern Swedish boreal forest". *Ecology*, 88 (2), 465-477.
- Carcaillet, C.; Hörnberg, G. y Zackrisson, O. (2012). "Woody vegetation, fuel and fire track the melting of the Scandinavian ice-sheet before 9500 cal yr BP". *Quaternary Research*, 78(3), 540-548.
- Carracedo, V. (2015a). *Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria*. Tesis Doctoral. Santander: Universidad de Cantabria.
- Carracedo, V. (2015b). "The relevance of studying past fires in understanding present day ones and managing future ones. The Cantabria case (Northern Spain)". *6th International Wildland Fire Conference*, Pyeongchang, Korea.
- Carracedo, V.; Ceballos, C.; Garmendia, C.; Puente, L. de la; Rivas, V. y Vázquez, I. (2015). "Burnings and wildfire in rural culture: the Nansa Valley (Cantabria, Northern Spain)". *6th International Wildland Fire Conference*, Pyeongchang, Korea.
- Carrión-García, J. S., (Ed.) (2012). *Paleoflora y paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario*. Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad y Universidad de Murcia.
- Clark, J. S., (1988). Particle motion and the theory of charcoal analysis: source area, transport, deposition and sampling. *Quaternary Research*, (30), 67-80.
- 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*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Cunill, R.; Métaillé, J. P.; Galop, D.; Poublanc, S. y de Munnik, N. (2015). "Palaeoecological study of Pyrenean lowland fir forests: Exploring mid-late Holocene history of *Abies alba* in Montbrun (Ariège, France)". *Quaternary International*, (366), 37-50.
- Cunill, R.; Soriano, J. M.; Bal, M. C.; Pélachs, A. y Pérez-Obiol, R. (2012). "Holocene treeline changes on the south slope of the Pyrenees: a pedoanthracological analysis". *Vegetation history and archaeobotany*, 21 (4-5), 373-384.
- Cunill, R.; Soriano, J. M.; Bal, M. C.; Pélachs, A.; Rodríguez, J. M. y Pérez-Obiol, R. (2013). "Holocene high-altitude vegetation dynamics in the Pyrenees: A pedoanthracology contribution to an interdisciplinary approach". *Quaternary International*, (289), 60-70.
- Entrenas, L. (2014). *Evolución de los regímenes del fuego y dinámica del paisaje forestal en la Sierra de Madrid*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Ezquerro Boticario, J. y Rey Van den Bercken, E. (2011). *La evolución del paisaje vegetal y el uso del fuego en la Cordillera Cantábrica*. Valladolid: Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León.
- Fano, M. A.; Cubas, M. y Wood, R. (2015). "The first farmers in Cantabrian Spain: contribution of numerical chronology to understand an historical process". *Quaternary International*, (364), 153-161.
- Feurdean, A.; Spessa, A.; Magyari, E. K.; Willis, K. J.; Veres, D. y Hickler, T. (2012). "Trends in biomass burning in the Carpathian region over the last 15,000 years". *Quaternary Science Review*, (45), 111-125
- Finsinger, W.; Kelly, R.; Fevre, J. y Magyari, E. K., (2014). "A guide to screening charcoal peaks in macrocharcoal-area records for fire-episode reconstructions". *Holocene*, 24 (8), 1002-1008.
- Galop, D.; Tual, M.; Monna, F.; Dominik, J.; Beyrie, A. y Marembert, F. (2001). "Cinq millénaires de métallurgie en montagne basque". *Sud-Ouest Européen*, (11), 3-15.
- García Codron, J. C.; Badia, A.; Barrachina, M.; Carracedo, V.; Ceballos, C.; Cunill, R.; Diego, C.; García Amorena, I.; Garmendia, C.; Molina, D.; Nadal, J.; Nunes, J.; Pélachs, A.; Pérez Haase, A.; Pérez-Obiol, R.; Puente Fernández, L.; Rasilla, D.; Roure, J. M.; Soriano, J. M.; Vázquez, I. y Rivas, M. V. (2014). "El papel de los incendios en la configuración del paisaje vegetal de la Cordillera Cantábrica y Pirineo Oriental. Primeros resultados de un estudio comparado". En: Lourenço (coord.). *Multidimensão e Territórios de Risco*. Guimaraes: Universidade de Coimbra, 741-746.

- Gassiot, E.; Rodríguez Antón, D.; Pèlachs, A.; Pérez Obiol, R.; Julià, R.; Bal, M., C. y Mazzucco, N. (2014). “La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental”. *Trabajos de Prehistoria*, 71 (2), 261-281.
- Gil-Romera, G.; González-Sampériz, P.; Lasheras-Álvarez, L.; Sevilla-Callejo, M.; Moreno, A.; Valero-Garcés, B.; López-Merino, L.; Carrión, J. S.; Pérez-Sanz, A.; Aranbarri, J. y García-Prieto Fronce, E., (2014). “Biomass-modulated fire dynamics during the Last Glacial-Interglacial Transition at the Central Pyrenees (Spain)”. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, (402), 113-124.
- Huber, U. M.; Bugmann, H. K.M.; Reasoner, M. A. (2005). *Global Change and mountain regions. An Overview of Current Knowledge*. Dordrecht: Springer.
- Irabien, M. J.; Cearreta, A. y Urteaga, M. (2012). “Historical signature of Roman mining activities in the Bidasoa estuary (Basque Country, northern Spain): an integrated micropalaeontological, geochemical and archaeological approach”. *Journal of Archaeological Science*, 39 (7), 2361-2370.
- Julià, R. y Luque J. A. (2006). “Climatic changes vs. catastrophic events in lacustrine systems: A geochemical approach”. *Quaternary International*, (158), 162-171.
- Luque, J. A. (2003). *El lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años*. Tesis doctoral. Barcelona: Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona.
- Monna, F.; Galop, D.; Carozza, L.; Tual, M.; Beyrie, A.; Marembert, F.; Chateau, C.; Dominik, J. y Grousset, F. E. (2004). “Environmental impact of early Basque mining and smelting recorded in a high minerogenic peat deposit”. *Science of the Total Environment*, (327), 194-214.
- Montiel, C. (coord). (2013). *Presencia histórica del fuego en el Territorio*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Moore, P. D.; Webb, J. A. y Collinson, M. E. (1991). *Pollen Analysis*. Oxford, Blackwell.
- Morales-Molino, C.; García-Antón, M.; Postigo-Mijarra, J. M. y Morla, C. (2013). “Holocene vegetation, fire and climate interactions on the westernmost fringe of the Mediterranean Basin”. *Quaternary Science Reviews*, (59), 5-17.
- Nadal, J.; Pèlachs, A.; Soriano, J. M.; Molina, D.; Cunill, R. y Bal, M. C. (2010). “Mètodes per a l'estudi transdisciplinar del paisatge d'àrees de muntanya”. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, (55), 147-170.
- Pèlachs, A.; Julià, R.; Pérez-Obiol, R.; Soriano, J. M.; Bal, M. C.; Cunill, R. y Catalan, 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 Mañosa, A.; García Codron, J. C.; Soriano López, J. M.; Pérez-Obiol, R. y Catalán Aguilar, J. (2016). “Papel de los incendios en las dinámicas forestales del Norte de la Península Ibérica durante el Holoceno”. En: Gómez Zotano, J.; Arias García, J.; Olmedo Cobo, J. A. y Serrano Montes (Eds.). *Avances en Biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras*. Granada: Editorial Universidad de Granada y Tundra ediciones: 553-562.
- Pèlachs, A.; Pérez-Obiol, R.; Soriano, J. M. y Pérez-Haase, A. (2015). “Dinàmica de la vegetació, contaminació ambiental i incendis durant els últims 10.000 anys a la Bassa Nera (Val d'Aran)”. *X Jornades del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de SantMaurici*, Espot.
- Pérez-Obiol, R.; Bal, M. C.; Pèlachs, A.; Cunill, R. y Soriano, J. M (2012). “Vegetation dynamics and anthropogenically forced changes in the Estanilles peat bog (southern Pyrenees) during the last seven millennia”. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21 (4-5), 385-396.
- Pérez-Obiol, R.; García Codron, J. C.; Pérez-Haase, A.; Soriano, J. M. y Pèlachs, A. (2015). “Vegetation dynamics, environmental contamination and fires during the Holocene, a comparison between two regions: La Molina (Cantabria) and La Bassa Nera (Catalonia)”. *Medpalyno- GPSBI- Symposium*, Rome.
- Pérez Obiol, R.; García Codron, J. C.; Pèlachs, A.; Pérez Haase, A. y Soriano, J. M. (2016): “Landscape dynamics and fire activity since 6740 cal yr BP in the Cantabrian region (la Molina peat bog, Puente Viesgo, Spain)”. *Quaternary Science Reviews*, (135), 65-78.
- Power, M. J. J.; Marlon, N.; Ortiz, P.J.; Bartlein, S.P.; Harrison, F.E.; Mayle, A.; Ballouche, R. H. W.; Bradshaw, C.; Carcaillet, C.; Cordova, S.; Mooney, P. I.; Moreno, I. C.; Prentice, K.; Thonicke, W.; Tinner, C.; Whitlock, Y.; Zhang, Y. y Zhao, A. (2008). “Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data”. *Climate Dynamics*, (30), 887-907.

- Py-Saragaglia, V.; Cunill, R.; Baron, S.; Métaillé, J. P.; Ancel, B. Y.; Paradis-Grenouillet, S.; Lerigoleur, E.; Badache, N.; Barcet, H. Y. y Galop, D. (en prensa): "Late Holocene History of Woodland Dynamics and Wood Use in an Ancient Mining Area of the Pyrenees (Ariège, France)". *Quaternary international*.
- Reille, M. (1992). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. Université d'Aix-Marseille III.
- Reille, M. (1998). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Marseille: Supplément 2. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. Université d'Aix-Marseille III.
- Reille, M. y Lowe, J. J. (1993). "A re-evaluation of the vegetation history of the eastern Pyrenees (France) from the end of the last Glacial to the present". *Quaternary Science Reviews*, (12), 46-77.
- Reimer, P. J.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J. W.; Blackwell, P. G.; Bronk Ramsey, C.; Grootes, P. M.; Guilderson, T. P.; Hafliðason, H.; Hajdas, I.; Hattz, C.; Heaton, T. J.; Hoffmann, D. L.; Hogg, A. G.; Hughen, K. A.; Kaiser, K. F.; Kromer, B.; Manning, S. W.; Niu, M.; Reimer, R. W.; Richards, D. A.; Scott, E. M.; Southon, J. R.; Staff, R. A.; Turney, C. S. M. y van der Plicht, J. (2013). "IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP". *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887.
- Rius, D.; Vannière, B. y Galop, D. (2012). "Holocene history of fire, vegetation and land use from the central Pyrenees (France)". *Quaternary Research*, (77), 54-64.
- Straus, L.G. y González Morales, M., (2003). "El Mirón Cave and the 14C chronology of Cantabrian Spain". *Radiocarbon*, 45 (1), 41-58.
- Stuiver, M. y Reimer, P. J. (1993). "Extended C-14 Data-Base and Revised Calib 3.0 C-14 Age Calibration Program". *Radiocarbon*, 35(1), 215-230.
- Talon, Brigitte (2010). "Reconstruction of Holocene high-altitude vegetation cover in the French southern Alps: evidence from soil charcoal". *The Holocene*, 20 (1), 35-44.
- Talon, B. ; Carcaillet, C. y 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), 195-208.
- Vannière, B., (2001). "Feu, agro-pastoralisme et dynamiques environnementales en France durant l'Holocène, analyse du signal incendie, approches sédimentologiques et études de cas en Berry, Pyrénées et Franche-Comté. Paris-Grignon: Institut National Agronomique.
- Whitlock, C. y Larsen, C. (2001). "Charcoal as a fire proxy". En: Smol, J. P.; Birks, H. J. B. y Last, W. M. (Eds.). *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*, vol. 3. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 75-97.
- Willis, K. J. y Bhagwat, S. A. (2009). Biodiversity and Climate Change. *Science*, 326, 806-807.

## Sobre los autores/as

### VIRGINIA CARRACEDO MARTÍN

Profesora Ayudante Doctora en el Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria y miembro del Grupo de Investigación del Medio Natural (GIMENA). Su trayectoria científica y divulgadora se ha centrado principalmente en el ámbito de la ordenación del territorio y en el estudio de los incendios forestales, líneas bajo las que se enmarca la mayor parte de su actividad investigadora, y que incluyen la tesis “Incendios Forestales y Gestión del Fuego en Cantabria” -premiada por la Real Academia de Doctores de España y por el Consejo Social de la Universidad de Cantabria- así como la participación en diversos proyectos de carácter competitivo, publicaciones científicas y contribuciones a congresos, tanto de carácter nacional como internacional.

### RAQUEL CUNILL ARTIGAS

Contratada postdoctoral en el Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP-UAB) del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona. Doctorada en esta misma universidad, ha realizado una estancia doctoral en la Universidad Austral del Sur (Chile) y una estancia postdoctoral de dos años (Marie Curie Fellowship) en el Laboratorio GEODE (CNRS- Université Jean Jaurés) en Toulouse (Francia). Introdutora de la disciplina pedoantracológica en la Península Ibérica, ha focalizado su investigación en el estudio de las dinámicas forestales y la evolución del paisaje de montaña en ambas vertientes pirenaicas. Ha participado en 18 proyectos de I+D+I nacionales e internacionales y es autora de 23 publicaciones científicas.

### JUAN CARLOS GARCÍA CODRON

Profesor Titular de Geografía Física en la Universidad de Cantabria. Su actividad científica y divulgadora al frente del Grupo de Estudio y Gestión del Medio Natural (GIMENA) está avalada numerosas publicaciones nacionales o internacionales, una treintena de proyectos y la dirección de seis tesis doctorales que abarcan diversos temas relacionados con el medio natural y su relación con las actividades humanas. Tiene una amplia experiencia en el trabajo aplicado (ordenación del territorio, medioambiente, paisaje...) y es miembro de varias instituciones y ONG comprometidas con el Medio Ambiente o la Cooperación para el Desarrollo con las que ha trabajado en África, Oriente Medio y América Latina.

### ALBERT PÈLACHS MAÑOSA

Profesor Titular de Geografía física en la Universidad Autónoma de Barcelona y miembro del Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP-UAB). Su trayectoria científica se ha centrado en el estudio de la geografía histórica ambiental en zonas de montaña, especialmente en el Pirineo. Ha participado en distintos proyectos competitivos y actualmente es Investigador Principal de un proyecto coordinado titulado: “Estudio biogeográfico histórico comparado (Montaña Cantábrica, Sistema Central y Pirineos): 18000 años de cambios climáticos y antrópicos sobre especies forestales indicadoras”. De entre sus publicaciones científicas destacan las que tratan el estudio de la dinámica del paisaje vegetal, los incendios forestales del pasado, el clima desde el Tardiglacial y la influencia humana en la configuración de los paisajes desde el Neolítico.

### RAMON PÉREZ-OBÍOL

Profesor Titular del Depto de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Universitat Autònoma de Barcelona. Su investigación se centra en los campos de la Palinología y la Paleoclimatología. Ha participado en distintos proyectos I + D financiados en Convocatorias públicas tanto de ámbito español como internacional. Ha publicado varios artículos científicos SCI, 14 en el primer cuartil, y ha realizado estancias en diversos centros como, por ejemplo, el Laboratoire de Palynologie du CNRS de Montpellier. Ha dirigido 2 tesis doctorales y participa en varios comités y representaciones internacionales de ámbito científico y ha sido miembro del “Advisory Board” de la “European Pollen Database”.

### JOAN MANUEL SORIANO LÓPEZ

Profesor Titular de Geografía Física en la Universidad Autónoma de Barcelona y componente del Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP-UAB), toda su trayectoria científica se ha circunscrito a los estudios sobre la evolución del paisaje en territorios de montaña, especialmente pirenaica. Ha participado en una treintena larga de proyectos competitivos, ha publicado alrededor de 60 artículos nacionales e internacionales y ha presentado otras tantas contribuciones a congresos asimismo nacionales e internacionales. También ha dirigido 3 tesis doctorales, además de haber participado en la organización de cerca de 30 cursos, jornadas, seminarios y congresos, todos ellos nacionales.