

KOBIE SERIE BIZKAIKO ARKEOLOGI INDUSKETAK - EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN BIZKAIA, nº 4: 59-74  
Bizkaiko Foru Aldundia-Diputación Foral de Bizkaia  
Bilbao - 2014  
ISSN 0214-7971  
Web <http://www.bizkaia.eus/kobie>

## EL TARDIGLACIAR EN LA CUEVA DE SANTA CATALINA (LEKEITIO, BIZKAIA). EVALUACIÓN DEL MEDIO VEGETAL A TRAVÉS DEL REGISTRO POLÍNICO

*The Late Glacial in the cave of Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia).  
Evaluation of the vegetal environment based on the palinological record*

**María-José Iriarte-Chiapusso<sup>1</sup>**

**Palabras Clave:** Aziliense. Magdalenense. Paleopalinología. Santa Catalina. Tardiglaciario.

**Keywords:** Azilian. Late Glacial. Magdalenian. Palaeopalinology. Santa Catalina.

**Gako Hitzak:** Aziliar aldia. Madeleine aldia. Paleopalinologia. Santa Catalina. Tardiglaziarrara.

### RESUMEN

La deficiente conservación esporopolínica, reduce la información paleopalinológica a dos únicos niveles: al nivel basal (nivel IV: arqueológicamente estéril) y al superior (nivel I: Aziliense). Ambos coinciden con los estadios (GS-2 y GS-1, respectivamente) del Tardiglaciario aunque las dinámicas de la vegetación presentan diferentes matices. El predominante paisaje abierto de GS-2, es consecuencia de unas condiciones paleoambientales más adversas que las del GS-1, donde la dinámica evolutiva de sus componentes vegetales anuncia la mejoría climática que caracteriza al Holoceno.

### ABSTRACT

Due to preservation problems of pollen in the site, we only have *palaeopalinological information in two levels: the basal level (level IV: archaeologically sterile) and the uppermost one (level I: Azilian)*. Both of them fit with stadal phases (GS-2 and GS-1, respectively) of the Late Glacial, although the vegetation dynamics show several nuances. *The predominant open landscape of GS-2 is a result of more adverse palaeo-environmental conditions than the GS-1, in which the dynamics of different vegetation components announce the Holocene climate warming.*

### LABURPENA

Esporopoleninak txarto iraun duelako, bi mailatan baino ezin izan da paleopalinologia- informazioa lortu: oinaldean (IV. maila: arkeologia dela-eta, antzua) eta goialdean (I. maila: Aziliarra). Biak dira Tardiglaziarraren GS-2 eta GS-1 aldietakoak, nahiz eta landaredia ez zen bera. GS-2 aldiko paisaia irekia zen; GS-1 aldikoa baino ingurune bortitzagoa zelako. Azken horretako landaredia Holozenoko klima hobearen ondorioa zen.

<sup>1</sup> Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Vitoria-Gasteiz. IKERBASQUE, Basque Foundation for Science. Bilbao. E-mail: [mariajose.iriarte@ehu.es](mailto:mariajose.iriarte@ehu.es)



## 1. INTRODUCCIÓN

La cueva de Santa Catalina se sitúa en un abrupto acantilado del cabo del mismo nombre, junto al faro (Lekeitio, Bizkaia)<sup>2</sup>. La cueva tiene dos entradas orientadas al noreste y separadas por una pared rocosa, teniendo un recorrido de 86 metros y un desnivel de 8. Las características del sitio donde se encuentra Santa Catalina condiciona la vegetación actual. En los acantilados costeros, factores como el azote de los vientos, la escasez de suelo y el aporte continuo de sal marina debido a la acción directa o indirecta del mar determinan los tipos de vegetación (Loidi *et al.* 2011). En la zona basal del acantilado, predominarán las plantas halófitas y casmófitas como *Limonium binervosum*, *Armeria pubigera subsp. depilata*, *Crithmum maritimum*, *Inula crithmoides* o *Plantago maritima*. La graminéa *Festuca rubra subsp. pruinosa* se expande por encima de la zona basal junto a una diversidad mayor de especies, entre las que suele destacar en estos ambientes calizos *Armeria pubigera subsp. depilata*. La zona superior del acantilado acoge a varias especies de brezos, *Genista occidentalis*, *Lithodora diffusa* y *Ulex gallii f. humilis*, entre otros tipos de plantas propios de zonas más bajas del acantilado o asociadas a la modificación del entorno por el ser humano (Aseguinolaza *et al.* 1989; Aizpuru *et al.* 1999). No obstante, conviene recordar que debido a las fluctuaciones de la línea de costa a lo largo del tiempo, los habitantes de la cueva disfrutaron de un entorno costero diferente al actual.

La ocupación prehistórica de este yacimiento tuvo lugar al final del Pleistoceno superior, en las fases finales del último periodo glaciario e inicios del interglaciario actual (Holoceno). La actuación arqueológica (1982-2000) se ha realizado bajo la dirección de Eduardo Berganza en el portal de la boca oeste (9 metros cuadrados de superficie excavada) y en ella se ha descubierto una secuencia estratigráfica de 4 niveles, bajo una capa superficial arcillosa de muy poco espesor, en la que aparecen mezclados restos prehistóricos y modernos. El nivel antiguo (IV) carece de ocupación humana, mientras que los tres restantes tienen sendas ocupaciones adscritas al Magdaleniense superior, Magdaleniense final y Aziliense (niveles III, II y I respectivamente). Remito al lector a los capítulos correspondientes de esta monografía para obtener una información detallada sobre las características culturales y materiales de este yacimiento.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Proceso de muestreo

La primera recogida de muestras para el estudio paleopalinológico de Santa Catalina tuvo lugar en octubre de 1999, siendo seleccionado el perfil 10/8 de la banda B. No obstante, ante la deficiente conservación esporopolínica observada en varias de las muestras y los nuevos cortes disponibles tras el avance de las labores de excavación, decidimos recoger nuevas muestras en otras zonas de la cavidad, el perfil 10/8 de la banda A y en el cuadrante 3 del cuadro D4 (fig. 1). En cada muestra se recogió una cantidad de sedimento entorno a 100 gr. con la finalidad de disponer de sedimento suficiente para poder repetir el tratamiento físico-químico si fuera necesario. Sin embargo, tanto la cantidad de sedimento recogido como la distancia de muestreo han estado condicionados por los clastos y los restos arqueológicos en las dos primeras columnas. En la correspondiente al cuadro D4, en algunos casos, la distancia de muestreo ha sido mayor ante el riesgo de derrumbe del sedimento.

La adscripción de las muestras palinológicas con la secuencia estratigráfica es la siguiente:



Figura 1. Localización de las columnas palinológicas

2 Coordenadas geográficas UTM - N: 4802930, E: 539863 y Z: 35 m.s.n.m.

		Columna B10/B8	Columna A10/A8	Columna D4
Nivel I	Aziliense	m. 18	-	m. 1 a 4
Nivel II	Magdaleniense final	m. 13 a 17	-	-
Nivel III	Magdaleniense superior	m. 5 a 12	m. 1 a 8	-
Nivel IV	Arqueológicamente estéril	m. 1 a 4	-	-

## 2.2. Tratamiento físico-químico

El tratamiento físico-químico del sedimento empleado, con la finalidad de la recuperación de su contenido esporopolínico (en Burjachs *et al.* 2003 se especifican las líneas generales de la metodología empleada en los estudios arqueopalinológicos), se inicia con el procesamiento físico del sedimento (lavado con agua destilada y/o tamizado) cuyo propósito es el de prepararlo para el ataque posterior del mismo durante el tratamiento químico. En nuestro caso, el tratamiento químico empleado comienza con un ataque de HCl para eliminar los carbonatos. Tras la neutralización del mismo se añade NaOH al 10% (reacción en caliente) para que actúe sobre los ácidos húmicos, neutralizándose posteriormente el sedimento. Con la finalidad de separar el contenido polínico del culote se utiliza el método de concentración del polen en licor denso (Goeury y Beaulieu 1979), usan-

do filtros de carbonato y destruyéndolos con HCl. Una vez concluida esta fase se efectúa el montaje de las láminas, con glicerina que permite la movilidad de los palinomorfos, para su posterior observación al microscopio óptico.

## 2.3. Determinación y recuento polínico

La determinación polínica y el recuento de palinomorfos se han realizado mediante microscopía óptica empleando objetivos de 40x, 60x y 100x (con aceite de inmersión). Asimismo se ha utilizado una palinoteca (colección polínica de referencia) y material de referencia fotográfico, junto a diversos atlas polínicos (Moore *et al.* 1991; Reille 1999; Beug 2004; etc.). He considerado estadísticamente representativas aquellas muestras en las que se han superado los 250 restos polínicos y el número de taxones es superior a 15, siguiendo el criterio basado en la relación entre el con-

Columna	Santa Catalina (B10/B8)									
	m. 2	m. 4	m. 6	m. 9	m. 11	m. 12	m. 13	m. 14	m. 17	
Muestra										
Nivel	nivel IV		nivel III				nivel II			
<i>Pinus sylvestris</i> tp.	1	1	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Quercus robur</i> tp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Corylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
Poaceae	-	5	1	-	-	-	1	-	11	
Compositae liguliflora	-	2	-	-	-	-	-	-	8	
Compositae tubuliflora	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Artemisia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
Leguminosae	-	1	-	-	-	-	-	1	2	
Boraginaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Labiatae	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
Rosaceae	-	-	-	1	-	-	-	-	2	
Umbelliferae	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
Varia	-	5	1	3	1	2	2	-	9	
Filicales monolete	-	1	-	-	-	-	1	1	43	
Filicales trilete	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Polypodiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Total: polen + esporas	1	17	2	5	1	2	4	2	86	

**Tabla 1.** Columna B10/B8: muestras de polen estadísticamente no válidas.

Columna	Santa Catalina (A10/A8)				
	muestra 2	muestra 4	muestra 6	muestra 7	muestra 8
Nivel	nivel III				
<i>Pinus sylvestris</i> tp.	6	3	-	1	-
<i>Betula</i>	1	-	-	-	-
<i>Tilia</i>	-	1	-	-	-
Poaceae	-	9	1	3	6
Compositae liguliflora	-	2	-	-	-
Compositae tubuliflora	-	2	-	3	-
<i>Artemisia</i>	-	1	-	1	1
Scrophulariaceae	-	-	1	-	-
Leguminosae	-	1	-	-	1
Labiatae	-	-	-	1	-
<i>Centaurea</i>	-	1	-	-	1
Caryophyllaceae	-	-	-	-	1
Umbelliferae	-	1	-	1	-
Varia	1	8	3	5	3
Filicales monolete	1	4	-	6	1
Filicales trilete	-	2	-	-	-
Polypodiaceae	-	1	-	-	-
Total: polen + esporas	9	36	5	21	14

**Tabla 2.** Columna A10/A8: muestras de polen estadísticamente no válidas.

Columna	Santa Catalina (D4)	
	muestra 3	muestra 4
Nivel	nivel I	
<i>Quercus robur</i> tp.	2	3
<i>Corylus</i>	4	3
<i>Tilia</i>	1	-
<i>Betula</i>	1	.
Poaceae	7	10
Ericaceae	6	-
Compositae tubuliflora	-	1
Labiatae	2	1
Scrophulariaceae	-	1
Leguminosae	2	1
<i>Plantago</i>	3	2
Caryophyllaceae	1	-
Varia	15	9
Filicales monolete	11	14
Filicales trilete	2	5
Polypodiaceae	6	2
Total: polen + esporas	61	52

**Tabla 3.** Columna D4: muestras de polen estadísticamente no válidas.

junto de palinomorfos y el número de taxones presentes en una muestra.

Una constante en todas las muestras ha sido la presencia de microcarbones que han dificultado la identificación esporopolínica. Este aspecto ha incidido en el porcentaje de Varia (pólenes indeterminables o indeterminados), al interferir los microcarbones en la observación completa de algunos palinomorfos.

El grado de conservación esporopolínica, en las diferentes muestras analizadas, ha sido bastante deficiente. En 13 de las 30 muestras que componen el estudio, o no se ha recuperado ningún resto (columna B10/B8: muestras 1, 5, 7, 8, 10, 15 y 16; columna A10/A8: 1, 3, 4 y 5) o ante el bajo número de palinomorfos no son estadísticamente válidas (tabs. 1, 2 y 3), motivo por el que disponemos de una visión discontinua de la evolución del paisaje vegetal de Santa Catalina.

La nomenclatura utilizada en el presente estudio para denominar a los distintos taxones, es la expuesta en las obras *Flora Europaea* (Tutin *et al.* -eds- 1964, 1968, 1972, 1976 y 1980) y *Flora Iberica* (Castroviejo *et al.* -eds- 1986, 1990, 1993 a y b, 1997 a y b; Muñoz *et al.* 1998; Nieto *et al.* 2003; Paiva *et al.* 2001; Talavera *et al.* 1999 y 2000). Bajo la denominación *Poaceae* se incluyen los diversos géneros de gramíneas, mientras que el término *Quercus robur* tp. agrupa las especies caducifolias y marcescentes de este género.

## 2.4. Representación gráfica

Debido a los hiatos polínicos existentes, he seleccionado el histograma para la representación gráfica de los resultados. Sobre el eje de abscisas se sitúan los diversos taxones y su índice de presencia, mientras que sobre el eje de ordenadas se representan a escala real los puntos de la columna en los que se ha realizado el muestreo (con sus respectivos valores de cronología relativa y/o absoluta). Los diferentes taxones que componen el estudio se representan en columnas verticales, calculándose sus porcentajes a partir de la suma total de AP (polen arbóreo), NAP (polen no arbóreo) y Varia (en este apartado se incluyen los pólenes indeterminables e indeterminados). Aquellos valores que no superan el 1% se representan mediante un punto. El cálculo de los valores porcentuales de cada taxón y la relación AP/NAP se efectúa sobre la suma base de los pólenes, mientras que el de las esporas se realiza partiendo de la suma esporo-polínica total.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA POLÍNICA DE SANTA CATALINA

La secuencia estratigráfica de Santa Catalina se enmarca en el final del último periodo glacial. La sucesión de episodios climáticos que tienen lugar en

esta fase terminal del Estadio Isotópico 2 (Tardiglacial) todavía tiene una destacada influencia en el entorno medioambiental.

### 3.1. Nivel IV

La ausencia de ocupación humana caracteriza la formación del primer nivel de la secuencia estratigráfica de la cavidad. El único registro polínico disponible (columna B10/B8: muestra 3 -fig. 2-) evidencia la existencia de un paisaje abierto con una reducida cubierta forestal (AP: 10%), con el pino y abedul como únicos componentes (6 y 4%, respectivamente). Los brezos destacan en el estrato herbáceo-arbustivo (43 %) junto a gramíneas (*Poaceae*: 14%) y compuestas (*C. liguliflora*: 3% - *C. tubuliflora*: 10%). Los valores porcentuales de esporas de helechos (superior al 35%) y la mayor representación de brezos y gramíneas frente a las compuestas, indican un notorio grado de humedad. No obstante, las condiciones adversas de este registro también quedan reflejadas en *Artemisia* (2%), taxón ausente en el resto de la secuencia.

### 3.2. Las ocupaciones magdalenenses

Los dos niveles siguientes (niveles III y II) tienen sendas ocupaciones magdalenenses (superior y final, respectivamente). Las muestras palinológicas correspondientes a estos niveles (tab. 1) no han aportado ningún espectro estadísticamente válido (tabs. 2 y 3). La gran cantidad de microcarbones que contienen, procede de los importantes hogares localizados en esta pequeña cueva. Probablemente, la causa de esta deficiente conservación esporopolínica se encuentre en los procesos de oxidación derivados de la combustión de los hogares.

### 3.3. El Aziliense

Los datos paleopolinológicos correspondientes a este nivel (I) proceden de dos columnas diferentes (figs. 2 y 3). Las dataciones absolutas obtenidas en otras zonas del yacimiento, sitúan este periodo de ocupación en una horquilla cronológica entre 10.158 y 12.644 cal BP<sup>3</sup>. La última muestra de la columna B10/B8, tiene una cubierta forestal más desarrollada, junto a una mayor diversidad taxonómica, que en la muestra del nivel IV. En el estrato arbóreo (16%), los taxones caducifolios adquieren una representación más significativa (*Corylus*: 4%, *Quercus robur* tp: 3%, *Betula*: 2%) frente al pino (tenue retroceso) y *Juniperus* (< 1%). El bosque de ribera está representado por *Alnus* y *Salix*, aunque con valores inferiores al 1%.

3 Las dataciones C<sup>14</sup> disponibles procedentes de este nivel son:  
 - 9.760 ± 65 BP (11.071 - 11.311 cal BP)  
 - 10.530 ± 110 BP (12.089 - 12.644 cal BP)  
 - 9.510 ± 270 BP (10.158 - 11.718 cal BP)  
 - 10.100 ± 85 BP (11.328 - 12.020 cal BP)  
 - 9.180 ± 110 BP (10.171 - 10.609 cal BP)

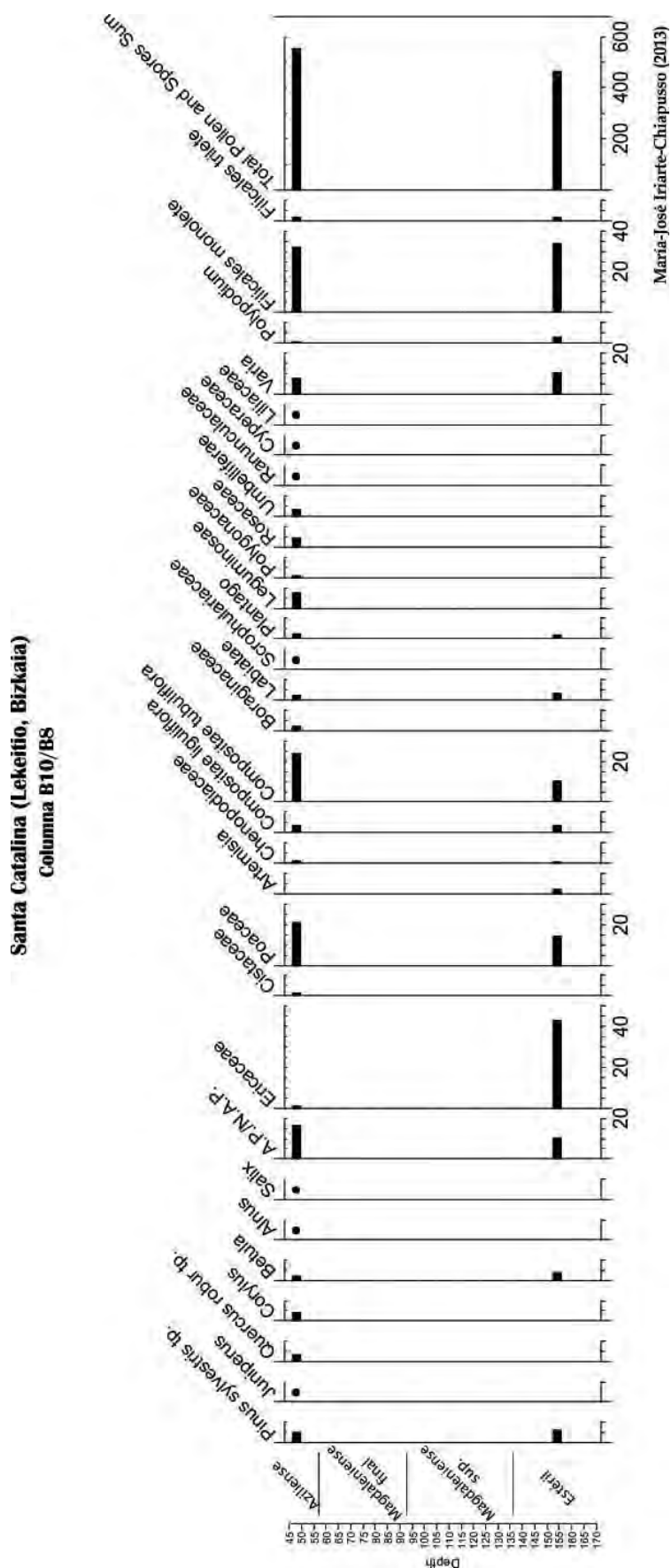


Figura 2. Columna B10/B8: histograma polínico

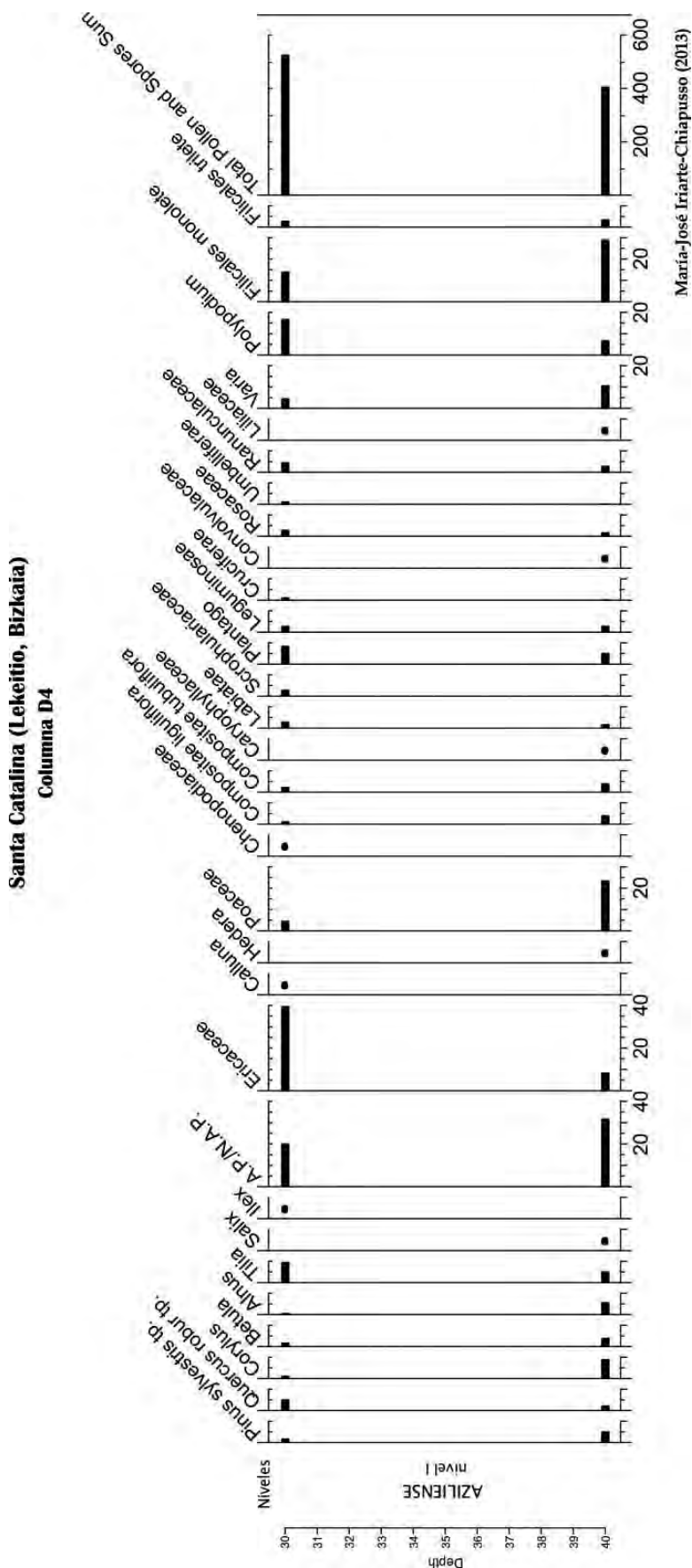


Figura 3. Columna D4: histograma polínico



La diversidad taxonómica también afecta al estrato herbáceo-arbustivo, donde los brezos pierden la relevancia que tenían en el registro del nivel IV. En este espectro, compuestas y gramíneas destacan en el estrato herbáceo, acompañados de taxones como leguminosas (7'5%), rosáceas (4%), umbelíferas (3%), labiadas (2%) o plantago (2%). Los valores totales de las esporas de helechos retrocede respecto a la muestra más antigua (de 37 a 34%), aunque ciertos taxones ligados a entornos húmedos (Ranunculaceae, Cyperaceae y Liliaceae) están presentes en el registro.

Estas diferencias entre los dos registros de la columna B10/B8, revelan una clara mejoría de las condiciones climáticas durante la ocupación más reciente de la cueva de Santa Catalina.

La información procedente de la columna D4 se centra exclusivamente en el nivel aziliense, por lo que carecemos de referentes polínicos previos, en esta zona de la cavidad.

La muestra situada en la base de este cuadro (m1), es donde la cubierta forestal adquiere la mayor expansión de la secuencia de Santa Catalina (AP: 32%). El avellano (9%), aliso (6%), tilo (5%), pino (5%), abedul (4%) y *Quercus robur* tp. (2%) configuran el elenco de especies arbóreas (el sauce tiene una representación inferior al 1%). Las gramíneas predominan dentro del variado estrato herbáceo-arbustivo, en el que taxones estépico como *Artemisia* no aparecen. En este registro, también alcanzan su máximo de la secuencia, las esporas de helechos (39%).

En el siguiente espectro polínico (m2) se mantienen prácticamente, los mismos taxones, salvo algunas excepciones (por ejemplo, desaparición de *Salix* y *Liliaceae*). No obstante, hay un cambio en la representación de los taxones más relevantes. En el espectro arbóreo, destaca el ascenso de *Tilia* y *Quercus robur* tp. que duplican sus valores previos (10 y 5%, respectivamente), frente a la dinámica descendente, en ocasiones significativas (el avellano desciende del 9 al 1%), que tienen el resto de los taxones. Sin embargo, pese a esta evolución ascendente de tilos y robles, la regresión del resto de componentes arbóreos tiene más incidencia, produciéndose un retroceso general en la cubierta arbórea (AP: 20%). Conviene destacar la presencia de acebo (*Ilex*) en esta muestra. Otra notable variación se observa en el estrato herbáceo-arbustivo, donde los brezos (*Ericaceae*: 39%) se extienden considerablemente, a expensas sobre todo de las gramíneas (4'5%). Los siguientes taxones en importancia, con valores porcentuales más reducidos, pero que han aumentado con respecto al registro anterior son *Plantago* (incremento del 5 al 8%) y Ranunculaceae (4'5%). Las esporas de helechos, descienden (34%).

#### 4. EL TARDIGLACIAR EN EL SECTOR ORIENTAL DEL CANTÁBRICO

Desde hace décadas, la dinámica de las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales durante la fase final del último periodo glaciario constituye un destacado tema de investigación. En la Región Cantábrica y noroeste de la Península Ibérica, el estudio de esta temática a través de la Paleopolinología, se centra pre-



Figura 4. Localización geográfica de los depósitos mencionados en el texto

ferentemente en depósitos de origen no antrópico (Ramil-Rego 1992; Peñalba *et al.* 1997; Iriarte *et al.* 1998; Allen *et al.* 1996; Ramil-Rego *et al.* 2001; Muñoz-Sobrinó 2001; Jalut *et al.* 2010, etc.). El volumen de datos disponible confirma que la evolución del paisaje vegetal tardiglaciario en este territorio no fue un fenómeno homogéneo. La conjunción de factores como altitud, orografía, orientación, influencia oceánica, etc., conforman una interesante variedad de zonas biogeográficas que determinan la composición de sus comunidades vegetales y el modo en que se adaptaron a la evolución paleoclimática del Tardiglaciario. Esta variedad de situaciones, por un lado enriquece el interés científico pero por otro, complica su investigación. Para poder conocer cómo evolucionó el paisaje vegetal en las diferentes zonas y definir los registros regionales, es preciso contar con secuencias palinológicas que comprendan en su registro la totalidad del Tardiglaciario y procedan de las diferentes zonas biogeográficas. Además, es necesario disponer de una buena serie cronoestratigráfica (dataciones absolutas) que permita correlacionar los espectros polínicos entre sí, y con los cambios climáticos globales. Evidentemente, estos registros no son los más abundantes, bien porque en su secuencia no está la totalidad del Tardiglaciario o porque la serie de dataciones absolutas es reducida y/o alguna de ellas presentan valores considerados atípicos (Muñoz *et al.* 2013).

Las fluctuaciones climáticas de este periodo, definidas a partir de los registros isotópicos de Groenlandia (Greenland Ice Core Project y North Greenland Ice Core Project), marinos y continentales (p.e. Lotter *et al.* 1992; Björck *et al.* 1998; Walker *et al.* 1999; Hughen *et al.* 2000; Walker *et al.* 2001; Rasmussen *et al.* 2006; Naughton *et al.* 2007; Hoek *et al.* 2008; Rasmussen *et al.* 2008), se periodizan en dos fases estadales (Greenland Isotope Stadials: GS-2 y GS-1) y una interstadial (Greenland Isotope Interstadial: GI-1).

En el sector oriental del Cantábrico, nuestro conocimiento sobre la evolución del paisaje vegetal durante el Tardiglaciario se está definiendo a partir de secuencias discontinuas (derivadas de hiatos estratigráficos y/o polínicos) cuyas series radiocarbónicas, en ocasiones, también pueden presentar condicionantes. Además, todas corresponden a yacimientos arqueológicos en cuevas, no existiendo información procedente de asentamientos al aire libre o de depósitos de origen no antrópico (fig. 4).

Con anterioridad al 15.000 cal BP, en el entorno de Santa Catalina existía un paisaje abierto con una escasa cubierta arbórea (pino y abedul) en el que destacaban los brezos dentro del estrato herbáceo-arbustivo. Este periodo estadal (nivel IV), del cual carecemos de dataciones absolutas y de referencias culturales, podría corresponder al primer episodio frío del Tardiglaciario (GS-2 o Dryas antiguo).

Los paisajes abiertos, con una destacada presencia de las herbáceas donde las compuestas (*Compositae liguliflora* en especial) adquieren mayor relevancia, también caracterizan los diferentes registros palinológicos del Magdaleniense inferior. En general se observa un descenso del grado de humedad en la cueva de Santimamiñe<sup>4</sup> (Iriarte 2011), aunque en las cuevas de Ekain<sup>5</sup> (Dupré 1984) y Erralla<sup>6</sup> (Boyer-Klein 1985) se han detectado presencias esporádicas de algunos taxones caducifolios: *Quercus robur* tp. y/o *Corylus*. En el caso de la cueva de Urriaga<sup>7</sup>, ante la adscripción paleambiental de estas condiciones paleoambientales, se plantea la posibilidad de que los niveles asociados al Magdaleniense inferior puedan corresponder al estadal inicial (Dryas I) o final (Dryas III) del Tardiglaciario (Sánchez-Goñi 1993).

Alrededor del 14.600 cal BP, la mejoría de las condiciones climáticas definen el inicio del complejo interstadial GI-1 (Greenland Isotope Interstadial), que comprende 4 periodos de carácter templado (GI.1e, GI.1c3, GI.1c1 y GI.1a), alternados con tres periodos más fríos y de menor duración (GI.1d, GI.1c2 y GI.1b) (Björck *et al.* 1998; Rasmussen *et al.* 2008). En el marco geográfico que nos ocupa, no disponemos de una visión completa de la evolución de este interstadial. La discontinua información que existe no permite establecer de qué modo la influencia del océano Atlántico caracterizó la sucesión de las diversas oscilaciones climáticas de este período (Bond y Lotti 1995; Bond *et al.* 1997; Olsen y Buch 2004). Este complejo interstadial incluiría las zonas polínicas de la periodización alpina adscritas al Bölling, Dryas II y Alleröd (en el discurso del texto mantengo la denominación empleada por los autores/as de los estudios incluidos).

En la cueva de Erralla (niveles IV a II) se observan dos momentos sucesivos de mejoría climática, en los que aumenta la cubierta forestal y el grado de humedad. Esta mejora culmina en el nivel II (Magdaleniense final) cuando dentro del espectro arbóreo, un taxón caducifolio supera los valores porcentuales de *Pinus*. El descenso de las compuestas, unido al incremento de las gramíneas, ericáceas y la dinámica de los helechos reflejan la recuperación de la humedad ambiental. La carencia de un referente cultural y cronológico del nivel IV, dificulta la adscripción de su registro polínico. En opinión de la autora del estudio (Boyer-Klein 1985), podría ser Bölling o Alleröd, correspondiendo a este último período el espectro de la segunda mitad del nivel III y la totalidad del II. No obstante, el ligero

- 
- 4 Cueva de Santimamiñe: Kortezubi –Bizkaia-, 150 m.s.n.m. (López-Quintana –dir- 2011)
  - 5 Cueva de Ekain: Deba –Gipuzkoa-, 90 m.s.n.m. (Altuna y Merino 1984)
  - 6 Cueva de Erralla: Zestoa –Gipuzkoa-, 230 m.s.n.m. (Altuna *et al.* 1985)
  - 7 Cueva de Urriaga: Deba –Gipuzkoa-, 160 m.s.n.m. (Barandiarán 1947, 1948, 1960; Barandiarán y Elosegui 1955; Barandiarán y Sonnevile 1964).

retroceso del estrato arbóreo que se observa en la primera parte del nivel III (Magdalenense final), quizás podría corresponder a un periodo de deterioro climático no muy marcado (¿GI.1b u Older Dryas?). En el nivel Sinc (Magdalenense superior final) de la cueva de Santimamiñe (Iriarte 2011) se registra el periodo más frío y con menor humedad de toda la secuencia palinológica, que podría asociarse a alguno de los momentos de deterioro climático de este interestadial. Más completa es la dinámica climática del espectro palinológico de la cueva de Ekain, la cual se inicia con una pequeña mejoría climática (ligero aumento de la cubierta arbórea -predominio de *Pinus* junto a presencia de *Quercus*, *Buxus* y *Cupressaceae*-, de las esporas de helechos y de las gramíneas), a la que sigue, durante la ocupación del Magdalenense superior (nivel VIb), una fase de deterioro climático, adscrita al Dryas II y que finaliza en una ligera recuperación de las condiciones climáticas (Nivel VIa: Magdalenense final) que se caracteriza por el predominio del pino, la presencia alternante de *Betula*, *Quercus robur* tp. y *Buxus* y las dinámicas más continuas de *Corylus* y *Alnus*, no detectándose variaciones significativas entre los taxones herbáceos y los valores de esporas de helechos. M. Dupré referencia este registro al Alleröd. La publicación parcial del estudio de Arenaza I<sup>8</sup> (Isturiz y Sánchez-Goñi 1990) únicamente permite inferir la existencia de un episodio de mejoría climática en la que el avellano supera en representación al pino, y en el que otros taxones caducifolios como *Quercus robur* tp y *Tilia* formaban parte de la cubierta arbórea (Nivel VI: Magdalenense final).

El registro palinológico de Santa Catalina no aporta información sobre este interestadial, aunque el estudio antracológico de los niveles magdalenenses (niveles III y II) confirma la presencia de taxones caducifolios (*Corylus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, etc.) junto a pinos y enebros. Destacan los valores de madroño (*Arbutus*) que aparecen durante el Magdalenense superior (remito al lector al capítulo correspondiente de esta monografía).

La última regresión paleoclimática del Tardiglaciario (Greenland Isotope Stadial o GS-1) interrumpe el avance del bosque y de las especies caducifolias, aunque no alcanzó la intensidad de los estadales precedentes. En el Dryas reciente (Dryas III de la periodización alpina) nuevamente destacan los paisajes abiertos, en los que resalta *Compositae liguliflora* y la reducida presencia de los representantes de condiciones estépicas. Sin embargo, durante este periodo ya se observan indicios de la mejora climática holocena y los importantes cambios que se producen en el paisaje vegetal. En un primer momento, al inicio de la secuencia aziliense de Santimamiñe, pinos, enebros y en menor medida abedules componen el estrato arbóreo. Posteriormente, otros taxones caducifolios se irán

incorporando (*Quercus robur* tp, *Corylus* y *Alnus*). La progresiva mejoría de las condiciones medioambientales también queda reflejada en los espectros polínicos del nivel I de Santa Catalina, aunque avellanos y robles ya están presentes desde el primer momento (columna B10/B8). El incremento de la cubierta arbórea y la dinámica de sus principales componentes, junto a la de brezos, gramíneas y compuestas, indican que el registro de la columna B10/B8 refleja las condiciones paleoambientales más desfavorables de este periodo.

Fuera del ámbito atlántico, en un contexto geográfico totalmente diferente (Abrigo de Portugain<sup>9</sup>), también queda constancia de un progresivo aumento de la cubierta forestal desde un paisaje muy abierto con escasos representantes arbóreos a un estrato arbóreo cuyos valores porcentuales oscilan entre 20 y 44%. Este paisaje forestal presenta a lo largo de toda la secuencia aziliense, la misma composición (*Pinus sylvestris* tp., *Betula* y *Juniperus*) y en el mismo orden de importancia (*Alnus*, *Fraxinus* y *Tilia* aparecen puntualmente). Sin embargo, entre las herbáceas, aunque los componentes con curvas continuas no varían, sí lo hace la representación de los dos más destacados: *Poaceae* y *Compositae liguliflora* que presentan dinámicas entrecruzadas (Iriarte 2008). Evidentemente, los condicionantes biogeográficos marcan las diferencias entre el sector oriental del Cantábrico y las zonas montañosas del interior.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

El aspecto más determinante del estudio paleopalínológico de Santa Catalina es la deficiente conservación esporopolínica de sus niveles magdalenenses, reduciendo la información al nivel más antiguo y más reciente de la secuencia.

Los datos obtenidos son coherentes con los procedentes de otros registros ubicados en la cercana Reserva de la Biosfera del Urdaibai, y ayuda a ir completando la evolución del paisaje vegetal durante el Tardiglaciario en esta zona geográfica. El deterioro climático del GS-2 (nivel basal de Santa Catalina) presenta las condiciones más adversas del registro (paisaje abierto -pinos y abedules- y presencia de plantas estépicas). Por el momento, no tenemos caracterizado de qué modo variaron las comunidades vegetales como consecuencia de la recuperación medioambiental del interestadial Tardiglaciario (GI-1), aunque los fragmentos de madera quemada recuperados en Santa Catalina confirman un cierto desarrollo de los taxones caducifolios. Por su parte, el registro de Santimamiñe refleja la inestabilidad climática que también tuvo

8 Cueva de Arenaza I: Galdames -Bizkaia-, 200 m.s.n.m. (Apellaniz y Altuna 1975; Fernández Lombera 1993, 1994)

9 Abrigo de Portugain: Sierra de Urbasa -Navarra-, 920 m.s.n.m. (Cava y Barandiarán 2008)

lugar durante este periodo interestadial, que en su nivel asociado al Magdaleniense superior final coincide con un paisaje muy abierto, en el que incluso *Artemisia* vuelve a reaparecer.

El último estadal (GS-1) es el mejor definido. Este último coletazo de las fases frías würmienses, supone un nuevo retroceso de la cubierta arbórea, aunque con menor intensidad que en periodos anteriores. Además, tanto en Santa Catalina como en Santimamiñe, gradualmente se produce el avance de los principales componentes del bosque mixto (en el caso de Santa Catalina resulta relevante la dinámica ascendente de *Quercus robur* tp. y de *Tilia*), del mayor grado de presencia de las gramíneas y brezos dentro del estrato herbáceo-arbustivo y del grado de humedad. Esta dinámica culmina en la clara hegemonía del bosque que tiene lugar ya al inicio del Holoceno. En la zona polínica más antigua (URD-1) del depósito estuarino de Urdaibai (Gernika -Bizkaia-, 5 m.s.n.m.) los valores porcentuales de polen arbóreo totales permanecen estabilizados en torno al 85%, siendo notables las contribuciones de *Pinus sylvestris* tp. (>25%), *Quercus robur* tp. (<30%), *Corylus* (<30%) y, en menor medida, la de *Quercus ilex* tp. (<20%). También es reseñable, la presencia continua, aunque con porcentajes inferiores al 5%, de *Betula*, *Alnus* y *Fagus*, junto a la presencia de otros árboles mesófilos o mesotermófilos (*Castanea*, *Tilia*, *Juglans*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Ilex*, *Fraxinus*, *Salix* y *Populus*) y esclerófilos (*Olea*, *Phillyrea*). El conjunto de las comunidades vegetales evidencia una gran diversidad de hábitats naturales, representados por bosques húmedos (*Alnus*, *Salix*, *Populus*), matorrales húmedos (*Erica*, *Myrica*), cañaverales y espadañales (*Typha*), juncales y formaciones de cárices (*Juncaceae*, *Cyperaceae*) (Iriarte et al. 2006). Esta importancia del bosque dentro del paisaje vegetal se confirma igualmente en el asentamiento al aire libre de Pareko Landa (monte Sollube -Bizkaia-, 526 m.s.n.m.-) durante su ocupación epipaleolítica (la composición del espectro polínico es bastante similar a la de Urdaibai, sin olvidar la diferente ocupación biogeográfica de ambos depósitos).

## AGRADECIMIENTOS

Esta publicación ha sido posible gracias a los recursos proporcionados por el Departamento de Cultura de la Diputación Foral de Bizkaia y el Grupo de Investigación en Prehistoria de la Universidad del País Vasco (IT-622-13/ UFI 11-09).

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**Aizpuru, I.; Aseginolaza, C.; Uribe-Echebarría, P.M.; Urrutia, P.; Zorrakin, I.**

1999 *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*, 831 pp., Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.

**Altuna, J.; Baldeón, A.; Mariezkurrena, K.**

1985 Cazadores magdalenienses en la cueva de Erralla, *Munibe (Antropología-Arqueología)* 37. 206 pp.

**Altuna, J.; Merino, J.M.**

1984 *El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Gipuzkoa)*, 351 pp., Sociedad de Estudios Vascos, San Sebastián.

**Allen, J.R.M.; Huntley, B.; Watts, W.A.**

1996 "The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14000 yr". *Journal of Quaternary Science* 11, 125-147.

**Apellániz, J.M.; Altuna, J.**

1975 "Excavaciones en la cueva de Arenaza I (San Pedro de Galdames, Vizcaya)", *Noticario Arqueológico Hispánico*, 4.

**Aseginolaza, C.; Gomez, D.; Lizaur, X.; Montserrat, G.; Morante, G.; Salaverria, M.R.; Uribe-Echebarria, P.M.**

1989 *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, 361 pp., Eusko Jaurlaritza, Vitoria-Gasteiz.

**Barandiarán, I.; Cava, A.**

2008 *Cazadores y tallistas en el abrigo de Portugain. Una ocupación de Urbasa durante el Tardiglacial*, Colección Barandiarán 12, 319 pp., Fundación José Miguel de Barandiarán, Ataún (Gipuzkoa).

**Barandiarán de, J.M.**

1947 "Exploración de la cueva de Urtiaga (Itziar, Guipúzcoa)", *Eusko-Jakintza* I, 113-128, 265-271, 437-456, 679-696.

1948 "Exploración de la cueva de Urtiaga", *Eusko-Jakintza* II, 285-307.

1960 "Exploración de la cueva de Urtiaga (XI y XII campaña)", *Munibe* 12, 3-18.

**Barandiarán de, J.M.; Elosegui, J.**

1955 "Exploración de la cueva de Urtiaga (10 campaña)", *Munibe* 7, 69-80.

**Barandiarán de, J.M.; Sonneville-Bordes, D.**

1964 “Magdalénien Final et Azilien d’Urtiaga (Guipúzcoa). Etude statistique”, en *Miscelánea Homenaje al Abate Breuil I*, 163-171.

**Beug, H.J.**

2004 *Leitfaden der Pollenbestimmung*, 542 pp., Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

**Björck, S.; Walker, M.J.C.; Cwynar, L.; Johnsen, S.J.; Knudsen, K.L.; Lowe, J.J.; Wohlfarth, B.; INTIMATE Members**

1998 “An event stratigraphy for the Last Termination in the north Atlantic based on the Greenland Ice Core record: a proposal by the INTIMATE group”, *Journal of Quaternary Science* 13, 283–292.

**Bond, G.C.; Lotti, R.**

1995 “Iceberg discharges into the north Atlantic on millennial time scales during the last deglaciation”, *Science* 267, 1005–1010.

**Bond, G.; Showers, W.; Cheseby, M.; Lotti, R.; Almasi, P.; de Menocal, P.; Priore, P.; Cullen, H.; Hajdas, I.; Bonani, G.**

1997 “A pervasive millennial-scale cycle in north Atlantic Holocene and glacial climates”, *Science* 278, 1257–1266.

**Boyer-Klein, A.**

1985 “Analyse pollinique de la Grotte d’Erralla”, *Munibe* 37, 45-48.

**Burjachs, F.; López-Sáez, J.A.; Iriarte, M.J.**

2003 “Metodología arqueopalinológica” In: R. Buxó y R. Piqué (dir), *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*, 11-18, Museu d’Arqueologia de Catalunya, Girona.

**Castroviejo, S.; Laínz, M.; López González, G.; Montserrat, P.; Muñoz Garmendia, F.; Paiva, J.; Villar, L. –eds-**

1986 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Lycopodiaceae/Papaveraceae)*, vol. I, 575 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

1990 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Platanaceae/Plumbaginaceae)*, vol. II, 897 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Castroviejo, S.; Aedo, C.; Cirujano, S.; Laínz, M.; Montserrat, P.; Morales, R.; Muñoz Garmendia, F.; Navarro, C.; Paiva, J.; Soriano, C. –eds-**

1993a *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae)*, vol. III, 730 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Castroviejo, S.; Aedo, C.; Gómez Campo, C.; Laínz, M.; Montserrat, P.; Morales, R.; Muñoz Garmendia, F.; Nieto Feliner, G.; Rico, E.; Talavera, S.; Villar, L. –eds-**

1993b *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Cruciferae-Monotropaceae)* vol. IV, 730 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Castroviejo, S.; Aedo, C.; Laínz, M.; Montserrat, P.; Morales, R.; Muñoz Garmendia, F.; Nieto Feliner, G.; Paiva, J. –eds-**

1997a *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Ebenaceae-Saxifragaceae)* vol. V, 320 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Castroviejo, S.; Aedo, C.; Benedí, C.; Laínz, M.; Muñoz Garmendia, F.; Nieto Feliner, G.; Paiva, J. –eds-**

1997b *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Haloragaceae-Euphorbiaceae)*, vol. VIII, 375 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Dupré, M.**

1984 “Palinología de los niveles VII a II del yacimiento de Ekain”, In: Altuna, J. ; Merino, M.J. *El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Gipuzkoa)*, 61-63. Sociedad de Estudios Vascos, San Sebastián.

**Fernández Lombera, J.A.**

1993 “Cueva de Arenaza I”, *Arkeoikuska* 1992, 128-132.

1994 “Informe de la XXI campaña de excavaciones en Arenaza I (Galdames)”, *Kobie (serie antropología)* XXI, 323-333.

**Goeury, C.L.; Beaulieu, J.L.**

1979 “À propos de la concentration du pollen à l’aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux”, *Pollen et Spores* XXI (1-2), 239-251.

- Hoek, W.Z.; Yu, Z.C.; Lowe, J.J. ; INTEgration of Ice-core, MARine, and TERrestrial records (INTIMATE)**
- 2008 “Refining the record of the Last Glacial–Interglacial Transition”, *Quaternary Science Reviews* 27, 1–5.
- Hughen, K.A.; Southon, J.R.; Lehman, S.J.; Overpeck, J.T.**
- 2000 “Synchronous radiocarbon and climate shifts during the last deglaciation”, *Science* 290, 1951-1954.
- Iriarte, M.J.**
- 2008 “Análisis polínico: una determinación paleoclimática”, In: Barandiarán, I.; Cava, A. (coord.). *Cazadores y tallistas en el abrigo de Portugain: una ocupación de Urbasa durante el Tardiglacial*, Colección Barandiarán, 12, 205-220, Fundación Jose Miguel de Barandiarán, Ataún (Gipuzkoa).
- 2011 “Polen y vegetación en la secuencia estratigráfica de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)”, In: López Quintana, J.C. (dir). *La cueva de Santimamiñe. Revisión y actualización (2004-2006)*. Kobie Serie Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia, 1, 321-342, Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.
- Iriarte, M.J.; Muñoz, C.; Ramil-Rego, P.; Rodríguez-Guitián, M.**
- 1998 “Análisis palinológico de la turbera de San Mamés de Abar (Burgos)” In: Fombella Blanco, M.A.; Fernández González, D.; Valencia Barrera, R.M. (eds), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*, 87-94.
- Iriarte, M.J.; Muñoz-Sobrino, C.; Gómez-Orellana, L.; Ramil-Rego P.**
- 2006 “Dinámica del paisaje en la Reserva de la Biosfera del Urdabai durante el Holoceno” In: Cadiñanos, J.A.; Ibabe, A.; Lozano, P.; Meaza, G.; Onaindia, M. (eds) *Actas del III Congreso Español de Biogeografía*, Reserva de la Biosfera del Urdabai (2004), 113-117, Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Isturiz, M.J.; Sánchez, M.F.**
- 1990 “Investigaciones palinológicas en la Prehistoria vasca”, *Munibe* 42, 277-285.
- Jalut, G.; Turu i Michels, V.; Dedoubat, J.J.; Otto, T.; Ezquerria, J.; Fontugne, M.; Belet, J.M.; Bonnet, L.; García de Celis, A.; Redondo-Vega, J.M.; Vidal-Romaní, J.R.; Santos, L.**
- 2010 “Palaeoenvironmental studies in NW Iberia (Cantabrian range): vegetation history and synthetic approach of the last deglaciation phases in the western Mediterranean”. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 297, 330-350.
- Loidi, J.; Biurrun, I.; Campos, J.A.; García-Mijangos, I.; Herrera, M.**
- 2011 *La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000*. Ed. Universidad del País Vasco.
- López Quintana, J.C. –dir-**
- 2011 *La cueva de Santimamiñe. Revisión y actualización (2004-2006)*. Kobie Serie Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia 1, 450 pp., Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.
- Lotter, A.F.; Eicher, U.; Siegenthaler, U.; Birks, H.J.B.**
- 1992 “Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments”, *Journal of Quaternary Science* 7, 187-204.
- Moore, P.D.; Webb, J.A.; Collinson, M.E.**
- 1991 *Pollen Analysis*, 216 pp., Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Muñoz Garmendia, F.; Navarro, C. –eds-**
- 1998 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Rosaceae)*, vol. VI, 592 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Muñoz Sobrino, C.**
- 2001 *Cambio climático y dinámica del paisaje en las montañas del noroeste de la Península ibérica*, Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Muñoz-Sobrino, C.; Heiri, O.; Hazekamp, M.; van der Velden, D.; Kirilova, E.P.; García-Moreiras, I.; Lotter, A.F.**
- 2013 “New data on the Lateglacial period of SW Europe: a high resolution multiproxy record from Laguna de la Roya (NW Iberia)”, *Quaternary Science Reviews* 80, 58-77.
- Nieto, G.; Jury, S.L.; Herrero, A. –eds-**
- 2003 *Flora Ibérica, Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Araliaceae-Umbelliferae)*, vol. X, 498 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Naughton, F.; Sánchez Goñi, M.F.; Desprat, S.; Turon, J.L.; Duprat, J.; Malaizé, B.; Joli, C.; Cortijo, E.; Drago, T.; Freitas, M.C.**
- 2007 “Present-day and past (last 25 000 years) marine pollen signal of western Iberia”, *Marine Micropaleontology* 62, 91-114.



**Olsen, S. M.; Buch, E.**

2004 "A Review of the North Atlantic Circulation, Marine Climate Change and its Impact on North European Climate", Rapport fra Institut for Miljøvurdering, Environmental Assessment Institute, 72 pp.

**Paiva, J.; Sales, F.; Hedge, I.C.; Aedo, C.; Aldasoro, J.J.; Castroviejo, S.; Herrero, A.; Velayos, M. –eds-**

2001 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Myoporaceae-Campanulaceae)*, 233 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Peñalba, M.C.; Arnold, M.; Guiot, M.; Duplessy, J.C.; De Beaulieu, J.L.**

1997 "Termination of the last glaciation in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra", *Quaternary Research* 48, 205-214.

**Ramil-Rego, P.**

1992 *La vegetación Cuaternaria de las Sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico*, Tesis doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, 356 pp.

**Ramil-Rego, P.; Muñoz, C.; Iriarte, M.J.; Gómez-Orellana, L.; Rodríguez, M.A.**

2001 "Vegetación y cambio climático en los territorios del norte de la Península Ibérica durante los últimos 18.000 años", In: Gómez Mercado, F y Mota Poveda, J.F. (eds) *Vegetación y cambios climáticos*, 139-149, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones.

**Rasmussen, S.O.; Andersen, K.K.; Svensson, A.M.; Steffensen, J.P.; Vinther, B.M.; Clausen, H.B.; Siggaard-Andersen, M.L.; Johnsen, S.J.; Larsen, L.B.; Dahl-Jensen, D.; Bigler, M.; Röthlisberger, R.; Fischer, H.; Goto-Azuma, K.; Hansson, M.E.; Ruth, U.**

2006 "A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination", *Journal of Geophysical Research* 111, D06102.

**Rasmussen, S.O., Seierstad, I.K., Andersen, K.K., Bigler, M., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J.**

2008 "Synchronization of the NGRIP, GRIP and GISP2 ice cores across MIS2 and palaeoclimatic implications", *Quaternary Science Reviews* 27, 1-21.

**Reille, M.**

1999 *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*, 535 pp., Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.

**Sánchez Goñi, M.F.**

1993 *De la taphonomie pollinique à la reconstitution de l'environnement. L'exemple de la région cantabrique*, BAR International Series 586, Oxford.

**Talavera, S.; Aedo, C.; Castroviejo, S.; Romero Zarco, C.; Sáez, L.; Salgueiro, F.J.; Velayos, M. (eds)**

1999 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Leguminosae – Partim-)* vol. VII (1), 578 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Talavera, S.; Aedo, C.; Castroviejo, S.; Herreo, A.; Romero Zarco, C.; Salgueiro, F.J.; Velayos, M. –eds-**

2000 *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Leguminosae – Partim-)*, vol. VII (2), 579 pp., Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

**Tutin, T.G.; Heywood, V. H.; Burges, N. A.; Valentine, D. H. –eds:-**

1964 *Flora Europaea (Psilotaceae to Platanaceae)*, vol. 1, 629 pp., Cambridge University Press, Cambridge.

1968 *Flora Europaea (Rosaceae to Umbelliferae)*, vol. 2, 486 pp., Cambridge University Press, Cambridge.

1972 *Flora Europaea (Diapensiaceae to Myoporaceae)*, vol. 3, 399 pp., Cambridge University Press, Cambridge.

1976 *Flora Europaea (Plantaginaceae to Composite and Rubiaceae)*, vol. 4, 534 pp., Cambridge University Press, Cambridge.

1980 *Flora Europaea (Alismataceae to Orchidaceae)*, vol. 5, 476 pp., Cambridge University Press, Cambridge.

**Walker, M.J.C.; Björk, S.; Lowe, J.J.; Cwynar, L.C.; Johnsen, S.; Knudsen, K.-L.; Wohlfarth, B.; INTIMATE group**

1999 "Isotopic events' in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene", *Quaternary Science Reviews* 18, 1143-1150.

**Walker, M.J.C.; Björk, S.; Lowe, J.J.**

2001 "Integration of ice core, marine and terrestrial records (INTIMATE) from around the North Atlantic region: an introduction", *Quaternary Science Reviews* 20, 1169-1174.