

MUNIBE (Antropología-Arkeologia) 57	Homenaje a Jesús Altuna	537-551	SAN SEBASTIAN	2005	ISSN 1132-2217
-------------------------------------	-------------------------	---------	---------------	------	----------------

## Cambio climático y dinámica temporal del paisaje y de los hábitats en las ecorregiones del NW de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior

### *Climatic change and temporal dynamics of the landscape and the habitats in the ecoregions from NW Iberia during the Upper Pleistocene*

**PALABRAS CLAVE:** Unidades paleobiogeográficas, Registros polínicos, Bioestratigrafía, Variaciones espaciales, Correlaciones, Oscilaciones climáticas.

**KEY WORDS:** Palaeobiogeographic units, Pollen data, Biostratigraphy, Spatial variations, Correlations, Climatic oscillations.

P. RAMIL-REGO \* M.J. IRIARTE\*\*  
C. MUÑOZ SOBRINO\*\*\* L. GÓMEZ-ORELLANA\*

*Trabajo dedicado al profesor JESUS ALTUNA cuyo trabajo ha sido y sigue siendo una referencia básica en el estudio biogeográfico de los territorios Cantabro-Atlánticos.*

#### RESUMEN

En los últimos 60 años los modelos propuestos para la interpretación de las condiciones ambientales a lo largo del Pleistoceno Superior Final han sufridos numerosos cambios determinados tanto por la adopción de nuevos conceptos científicos, como por la mejora de los métodos analíticos y sobre todo por un mayor número de registros disponibles. Del uniformismo ambiental y biogeográfico imperante a finales de la década de los ochenta, se ha pasado a incrementar el valor que las configuraciones de carácter local y regional, que afectan tanto al clima como a la composición y distribución de los ecosistemas terrestres; y por tanto a los recursos naturales renovables que el hombre pudo haber aprovechado en cada momento. A su vez, las configuraciones locales y regionales se integran en los modelos climáticos globales, elaborados a partir del estudio de isótopos y elementos traza obtenidos en depósitos con una gran amplitud cronológica y un ritmo de deposición conocido. La integración de la información paleoambiental a diferentes escalas temporales y espaciales obliga a rechazar, o en su caso limitar, la información paleoambiental que muestre un elevado grado de incertidumbre en relación al origen geográfico de sus componentes, o bien derivado de una tafocenosis heterogénea, o vinculado con una deposición intermitente o con mezclas de los distintos niveles.

#### ABSTRACT

The different models proposed during the last sixty years to explain the environmental oscillations over the Upper Pleistocene have suffered continuous actualizations, due to the adoption of new scientific conceptions, the improvement of the analytic methodologies and the increase of the available data. Any rather uniform conceptions still prevailed before the end of the eighties, but more recently, attention were centred in the global integration of the different local and regional configurations, which may determinate the natural resources available for human populations in each region. Those local or regional configurations may be integrated in the global climatic models using any proxy data, as isotopes or trace elements. The use of pollen data which present a high degree of incertitude, due to post-depositional troubles or imprecise geographical origin, may be restricted when a realistic composition of the global changes is intended.

#### LABURPENA

Aldakuntza ugariak eman dira azken 60 urteotan Azken Goi Pleistozenoaren ingurugiroko baldintzen interpretaziorako ereduetan zenbait arrazoiarengatik, bai kontzeptu zientifiko sorrerarengatik, bai bitarte analitikoaren hobekuntzarengatik eta, batez ere, erabilgarriak diren errejistroren ugaltzarengatik. Laurogeietako hamarkadaren amaieran bateratasun biogeografiko eta ambientala nagusi bazen ere, lekuan lekuko eraketa lokala eta erregionalaren balioa aitortzera pasatu da, klima eta ekosistema lurarren osaketa eta banaketari dagokiolarik, baita gizakiak une bakoitzean erabilgarri izan ditzakeen jatorrizko baliabideei ere. Bestalde, tokian tokiko eraketak mundu mailako eredu klimatikoetan sartzen dira. Eskala kronologiko eta geografiko desberdinetan paleoinguruko informazioaren osaketak zenbait datuen balioa murriztera edo ukatzera eramain gaitu: beren osagaien jatorri geografikoaren ziurtasun osoa ematen ez duena, tafozenosi heterogeneoa erakusten duena edo metakinen pilaketa txandaka edo maila desberdinen nahasturaz baldintzatuta dagoenean.

\* RAMIL-REGO, P., GÓMEZ-ORELLANA, L., Laboratorio de Botánica & Bioxeografía (GI TTB USC). IBADER. Campus Universitario. 27002. Lugo

\*\* IRIARTE, M.J., Area de Prehistoria. Universidad del País Vasco. Grupo de Investigación 9/UPV 155.130-14750/2002

\*\*\* MUÑOZ SOBRINO, C., Departamento de Biología Vexetal e Ciencias do Solo. Universidade de Vigo. E-36200. Vigo

## 1. INTRODUCCIÓN

Aunque los primeros análisis polínicos cuaternarios de la Península Ibérica se producen a mediados del s. XX (BELLOT & VIEITEZ, 1945), la investigación sistemática de las diferentes unidades biogeográficas se restringe a los últimos 40 años. Para este último periodo, los objetivos habituales en la mayor parte de estos trabajos han sido la repercusión de la dinámica climática en relación con las condiciones regionales, en especial con los cambios originados en los hábitats, la flora y la fauna, y en consecuencia su incidencia sobre las poblaciones humanas. Lógicamente, la constante incorporación de nuevos datos ha ido aconsejado la revisión de muchas de las primeras propuestas, modelos que en su día partieron de un número muy limitado de referencias, a veces procedentes de contextos poco adecuados, o con problemas metodológicos graves. Por ejemplo, algunos estudios en cuevas y abrigos kársticos del Cantábrico oriental (LEROI-GOURHAN, 1989; LAVILLE, 1988; HOYOS, 1995; etc.) identificaron hasta diez fases atemperadas durante la última fase estadal del Würm, la mayoría de las cuales han ido quedando relegadas a medida que se han ido estableciendo nuevas secuencias regionales para el SW de Europa (PEÑALBA, 1989; RAMIL-REGO, 1992; MALDONADO, 1994; MUÑOZ SOBRINO, 2001; GÓMEZ-ORELLANA, 2002; etc.).

## 2. LA DIVERSIDAD AMBIENTAL DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

La formulación de los diferentes modelos y secuencias paleoambientales del Pleistoceno Superior y Holoceno ha estado íntimamente vinculada con los modelos desarrollados desde el ámbito de la biogeografía y de la ecología para la sectorización del ecosistema terrestre. En la actualidad las sectorizaciones biogeográficas consideran a los biomas como la unidad más amplia del ecosistema terrestre, caracterizados por la existencia de un macrobioclima particular y por lo tanto de una flora, fauna y vegetación, propia y diferenciada del resto de los biomas. El número de biomas actuales en el planeta queda de este modo reducido a 5 (polar, orófilo, boreal, templado, tropical). A lo largo del Pleistoceno y Holoceno, el número de biomas ha permanecido igualmente constante, sin embargo su extensión territorial ha experimentado importantes variaciones en función de la dinámica climática global. En cada uno de los biomas se delimitan unidades territoriales con características climáticas y biogeográficas homogéneas, son las

ecorregiones. En la Península Ibérica, tradicionalmente se han delimitado dos grandes regiones biogeográficas (RIVAS-MARTINEZ *et al.* 1999), la Eurosiberiana, también designada como Atlántica y que engloba la casi totalidad de los territorios Cantabro-Atlánticos, y la Mediterránea, que incluye territorios ribereños del Atlántico y la totalidad de los Mediterráneos, junto con las áreas continentales Ibéricas. Desde el ámbito fitosociológico se emplea como criterio diagnóstico entre ambas regiones la existencia de un periodo estival seco, característico de los territorios mediterráneos y ausente en la región Atlántica. En las propuestas elaboradas por RIVAS-MARTINEZ *et al.* (1999), no se tiene en cuenta los cambios biogeográficos acaecidos en la Península Ibérica en el Pleistoceno Superior y en el Holoceno, a la vez que el concepto adoptado de "Mediterráneo" resulta confuso y poco operativo, ya que termina difuminando la diversidad climática y ecológica de los territorios ibéricos continentales. A nivel paleobiogeográfico resulta todavía más inadecuado mantener esta dualidad, ya que las condiciones climáticas y ecológicas de las grandes mesetas Ibéricas, y de las unidades montañosas que las delimitan, muestran un mismo grado de diferenciación con el área Cantabro-Atlántica y con los territorios próximos al Mar Mediterráneo. Urge por lo tanto desarrollar una nueva sectorización biogeográfica de la Península Ibérica, que permita la integración de las condiciones actuales y las acaecidas a lo largo del Pleistoceno Superior Final y del Holoceno.

En el momento de abordar las características y la dinámica de cada ecorregión desde una perspectiva biogeográfica es necesario abordar su análisis a nivel paisajístico, lo que lleva al reconocimiento de unidades paisajísticas (clases y tipos de paisajes) como expresión territorial de la integración de factores climáticos y biogeográficos a gran escala. Cada paisaje a su vez se descompone en diferentes unidades en relación con la diversidad de medios y condiciones ambientales que engloba. Las unidades básicas que conforman los paisajes se identifican habitualmente con los hábitats, definiéndose estos como áreas diferenciadas por sus características geográficas, abióticas y bióticas.

El análisis polínico permite un reconocimiento coherente de los paisajes y de los grandes grupos de hábitats presentes en un territorio y por lo tanto englobados dentro de una ecorregión determinada. En la configuración de los paisajes y de los hábitats debe evaluarse en muchos casos, la importancia de los usos y aprovechamientos que el

ser humano realiza o ha realizado de los recursos. El ser humano, desde una perspectiva biogeográfica, es un factor fundamental en la configuración de las unidades del ecosistema terrestre y en su dinámica. Estos argumentos no siempre se han tenido en cuenta, lo cual ha llevado a plantear reconstrucciones locales y regionales incoherentes con la información que se dispone en otros territorios de la misma ecoregión o del mismo Bioma. Tratar de comprender toda esta diversidad y los cambios que han podido experimentar a través del tiempo es una labor que debe permanecer abierta a revisiones o actualizaciones continuas, y que puede abordarse desde múltiples puntos de vista.

### 3. FUENTES DE DATOS PALEOAMBIENTALES

La información paleoecológica puede proceder de disciplinas muy variadas, como: Paleobotánica; Paleozoología; Sedimentología; Geocronología; Química ambiental; Arqueología, etc. En general, la preservación de sedimentos que incluyen diferentes tipos de materiales, en especial industrias humanas y macrorrestos vegetales y/o animales, ha permitido el desarrollo de técnicas que contribuyen a la reconstrucción de los ambientes del pasado. Frente a estas reconstrucciones parciales (en el sentido de que únicamente constatan la presencia de un número más o menos limitado de elementos, casi siempre relacionados con la existencia de algún tipo de estructura resistente) o incluso selectiva (sobre todo en el caso de asentamientos humanos, en los que los materiales recolectados pueden responder a veces a un patrón de comportamiento concreto), el estudio del contenido polínico de los sedimentos puede suponer una representación más completa de la dinámica de los paisajes vegetales del entorno del depósito. Los métodos palinológicos se han venido aplicando en tres tipos de medios: depósitos orgánicos (activos o no), ambientes kársticos y depósitos edáficos. En relación con su capacidad real para reflejar las condiciones regionales, las reconstrucciones paleoecológicas y paleoclimáticas realizadas a partir de depósitos orgánicos resultan mucho más apropiadas que las secuencias polínicas procedentes de otros contextos, bien sean kársticos o edáficos (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a). Resultan especialmente inadecuados para las reconstrucciones regionales aquellos sistemas de deposición endógena (cuevas y determinados tipos de abrigos) en los que la sedimentación se realiza sin apenas contacto con el medio externo, pues con frecuencia ni los ritmos de deposición ni la repre-

sentación polínica guardan una relación directa con las modificaciones espacio-temporales de los paisajes y de los hábitats (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a). En estos medios la degradación del polen y de las esporas, que incluso puede ser selectiva (HEIM, 1970), se ve favorecida por los ambientes aireados y/o con pH alcalinos, por lo que la concentración polínica es muy baja. Además, la presencia de carbonatos y/o la escasez de materia orgánica dificulta la obtención de dataciones radiocarbónicas precisas (RAMIL-REGO, 1992; RAMIL-REGO *et al.*, 1996a; SANCHEZ-GOÑI, 1996). En las secuencias polínicas que proceden de antiguos asentamientos humanos es fundamental un análisis tafonómico preciso y, en todo caso, estos registros tienden a reflejar el entorno inmediato a la ocupación de manera que es habitual que se caractericen por una amplia representación de elementos sinantrópicos (BEHRE, 1981) que, en realidad, no siempre coincide con las condiciones regionales dominantes (RAMIL-REGO, 1992). Por ello, aunque los análisis procedentes de suelos, cuevas y asentamientos humanos pueden resultar de interés para determinados tipos de investigaciones, el esfuerzo que implica su estudio, así como la menor fiabilidad de sus resultados, hace que en el marco de las reconstrucciones paleoecológicas solo resulten rentables en aquellas regiones en las que constituyan la única fuente de datos disponible (PANTALEON, 1997; CARRION *et al.*, 1999, etc).

Los sondeos oceánicos realizados en el Atlántico Norte son una alternativa interesante (VOELKER *et al.*, 2002), ya que muchos sedimentos marinos reúnen las ventajas de depositarse de forma razonablemente continua y de poder datarse, de modo que sirven para construir secuencias largas, válidas para las reconstrucciones climáticas. Sin embargo a los registros marinos también se les pueden plantear algunas objeciones importantes. En concreto, todo el polen depositado en los fondos marinos ha tenido que recorrer distancias más o menos largas antes de su sedimentación, de modo que los palinomorfos menos móviles tienen pocas probabilidades de aparecer en el registro. Por idénticas razones, los paisajes y los hábitats representados en los espectros polínicos tienden a aparecer difuminados y alterados, difícilmente reconocibles y, esencialmente, faltos de un contexto biogeográfico nítidamente definido.

En cuanto a los sistemas limnéticos continentales (turberas, lagos y lagunas), su origen y preservación a lo largo del tiempo viene determinado por las características climáticas, geomorfológicas y ecológicas del territorio y, en último término, por

el papel desempeñado por el hombre. En fases de biostasia acumulan detritos orgánicos por la acreción de los restos de vegetales desarrollados in situ. La conservación de los restos orgánicos se ve favorecida por la baja oxigenación de los ambientes encharcados y por su pH generalmente ácido, excepto en condiciones en las que los materiales geológicos dominantes favorezcan una saturación en bases (RAMIL-REGO *et al.* 1996a). Junto a esta acumulación, hay que considerar todos los aportes procedentes del área que circunda al depósito (BERGLUND & RALSKA-JASIEWICZOWA, 1986). A la turbera, lago o laguna llegan materiales alóctonos: inorgánicos (gravas, limos, arcillas) u orgánicos (restos de insectos, fragmentos leñosos, granos o agregados de polen, esporas, etc), transportados por las aguas de escorrentía, pero también un conjunto heterogéneo de partículas transportadas por el aire, entre las que destaca la lluvia polínica procedente de la vegetación de los territorios circundantes, formándose así series verticales de sedimentos cronológicamente ordenados. Los depósitos orgánicos son pues, medios en donde habitualmente quedan registradas secuencias de pólenes regionales, que pueden ser datadas con relativa facilidad, por lo que resultan idóneos para obtener información que nos ayude a comprender la historia de vegetación del área.

#### 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS ORGÁNICOS DEL NW IBÉRICO

La valoración de la información polínica procedente de los depósitos limnéticos debe efectuarse en función de sus características geográficas, que en definitiva inciden tanto en su formación, como en su cronología y en la representatividad de las secuencias. A lo largo de la franja litoral cantabro-atlántica se pueden encontrar un gran número de depósitos limnéticos, tanto activos como fosilizados, en los que la representación de las comunidades zonales puede verse afectada por la presencia de otras formaciones azonales, tanto halófilas como halófobas (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a). Los niveles fosilizados conocidos representan diversos periodos, casi siempre fragmentados, comprendidos entre el Prewürm y la transgresión flandriense (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). Pero los depósitos limnéticos activos en las costas Atlántica y Cantábrica corresponden a sistemas de marisma o a complejos de marisma-laguna y laguna-duna, que se circunscriben de forma mayoritaria al último tercio del Holoceno (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a). Ya alejados del litoral, pero todavía afecta-

dos por una acusada influencia oceánica, existen depósitos limnéticos, estrictamente continentales, desarrollados en pequeñas áreas deprimidas (fondos de valle, alvéolos de alteración, etc.), de alimentación mixta: pluvial durante gran parte del año, compensada por la escorrentía superficial o surgencias durante la época de estiaje. La mayor parte de estas secuencias quedan restringidas al Holoceno, y en muchas de ellas, el nivel orgánico activo no cubre más de 3000 años. Su formación habría que relacionarla quizás con la posible existencia de un clima más lluvioso, pero sobre todo, con una mayor incidencia de los procesos de deforestación y erosivos, que habrían provocado un aumento de las aguas de escorrentía (MUÑOZ SOBRINO, 2001). Los depósitos situados en áreas montañosas próximas al litoral merecen una consideración especial. La Cordillera Cantábrica se prolonga hacia la costa por medio de un conjunto de pequeñas alineaciones montañosas caracterizadas por su escasa distancia al mar. En la vertiente atlántica también existen bloques alzados próximos al litoral, relieves que en el caso de las penínsulas incluso llegan a adentrarse en el mar. Esta disposición, directamente expuesta a la entrada de frentes húmedos procedentes del océano, ha favorecido la formación de depósitos turbosos en las zonas altas de muchos de estos relieves. Muchos ciclos actuales de turba son relativamente recientes, aunque en otras ocasiones se superponen a niveles más antiguos, correspondientes al Holoceno Medio (MUÑOZ SOBRINO, 2001). En las Sierras Sublitorales Galaico-Asturias todavía persisten las únicas turberas de cobertor activas del SW de Europa (RAMIL-REGO *et al.*, 1996c), cuyo registro se remonta, en algunos casos, a periodos anteriores al 8000 BP (van MOURIK, 1986; RAMIL-REGO, 1992). Por otra parte, tanto en la franja litoral como en las regiones sublitorales e interiores, existen sistemas limnéticos asociados a cuencas sedimentarias de cierta entidad, que normalmente quedan restringidos al entorno de los principales cauces fluviales o acuíferos. La topografía del terreno ha favorecido la acumulación de materiales limosos y arcillosos a lo largo del Pleistoceno, que a su vez han mejorado la impermeabilidad del sustrato y la preservación de sedimentos más recientes (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a). Por último, las zonas montañosas interiores del NW ibérico agrupan a un buen número de medios limnéticos, entre los que hay que incluir a la mayor parte de los sistemas lacustres activos del territorio. La cronología de estas secuencias está ligada a los cambios morfológicos provocados por la sucesión de osci-

laciones frías del Cuaternario. En los depósitos limnéticos ubicados en pisos en los que ha existido un importante modelado glaciario o periglaciario hasta épocas relativamente recientes, el registro se inicia durante la segunda mitad del Holoceno (MUÑOZ SOBRINO, 2001). A menor altitud, la morfología glaciario o fluvio-glaciario heredada ha favorecido los sistemas limnéticos, que pueden llegar a registrar periodos próximos a la última fase estadal (RAMIL-REGO *et al.*, 1996a).

Dependiendo de las características biogeográficas de los territorios montañosos, así como de las condiciones de los depósitos limnéticos que en ellos se encuentran, el grado de representatividad de las formaciones locales y regionales puede resultar muy dispar, e incluso variar en un mismo depósito a lo largo del tiempo (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2004a). Por ello, resulta de utilidad poder disponer de diversos sondeos en un mismo territorio, tratando de buscar una buena captación tanto de las formaciones cuminales como de las comunidades desarrolladas a menor altitud, donde las limitaciones para el crecimiento vegetal son menos acusadas.

## 5. UNIDADES PALEOBIOGEOGRÁFICAS DEL NW IBÉRICO

A la vista de las reflexiones anteriores surge una línea argumental que debe de servir de guía para una reconstrucción paleoecológica global coherente, consistente en la existencia de una interrelación entre las características geomorfológicas de cada territorio y las condiciones de formación, edad y representatividad polínica de los depósitos limnéticos que albergan, los cuales a su vez, suponen una fuente de información fiable para la reconstrucción paleoecológica de cada área. Por ello, parece oportuno subdividir el NW de la Península Ibérica en una serie de ecoregiones y grandes unidades de paisaje que faciliten una visión global, a partir de la comparación de los cambios ocurridos en cada unidad desde el final del Pleistoceno (fig. 1). Los criterios fundamentales para establecerlas deben ser: diferenciar grandes territorios con una dinámica climática y biótica homogénea, en respuesta a las variaciones ambientales globales; y reunir áreas que históricamente hayan presentado unos parámetros de intervención humana equiparables, ya que, posiblemente, este último factor pueda resultar determinante para comprender la configuración vegetal de algunos territorios (RAMIL-REGO *et al.*, 1998).

En primer lugar, podemos diferenciar una ecoregión Cantabro-Atlántica que comprende a las

zonas litoral y sublitoral, caracterizada por una baja altitud y una influencia oceánica máxima. A continuación una ecoregión de montañas interiores Cantabro-Atlántica o ecoregión Orófila Cantabro-Atlántica, que incluye las áreas montañosas contiguas a la unidad anterior, cuya altitud condiciona un grado de oceanidad desigual. Durante el Pleistoceno estas áreas mantuvieron importantes extensiones de glaciares y ambientes periglaciares y por lo tanto una configuración de tipos de paisajes y hábitats muy diferentes a los del área litoral-sublitoral. El resto del territorio NW Ibérico estaría representado por varias ecoregiones que incluyen extensas áreas configuradas por paisajes horizontales (Depresión del Duero, Depresión del Ebro), delimitadas por grandes unidades montañosas (ecoregiones Orófilas Ibéricas Septentrionales). Esta zona interior es en la actualidad la peor conocida, ya que el número de datos paleoambientales que se dispone es todavía insuficiente. Estas unidades han mantenido diferencias claras, tanto en clima como en la composición biocenótica, a lo largo del Pleistoceno Superior Final y del Holoceno.

La Ecoregión litoral-sublitoral Cantabro-Atlántica comprende los territorios litorales y sublitorales donde existe una importante influencia del Océano en la configuración de las características ambientales y climáticas. Dentro del dominio litoral se incluye el espacio litoral (medio de aguas marinas próximas a la costa) y el costero. El concepto de costa desde la ecología del paisaje corresponde al territorio o vertientes que contactan con el mar y cuya configuración ambiental está influenciada por este a nivel climático e hidrológico. Las condiciones morfológicas de las áreas costeras han propiciado la existencia de medios sedimentarios de carácter limnético (marismas, lagunas costeras, medios higrófilos y turfófilos) formados a lo largo del Pleistoceno y del Holoceno que se han visto en muchos casos afectados por la variación del nivel marino (GÓMEZ-ORELLANA, 2002).

Los territorios sublitorales representan una prolongación hacia el interior de la unidad continental de las condiciones ambientales oceánicas, restringidas en estos territorios a la influencia que éstas todavía ejercen sobre la configuración de las condiciones climáticas, en relación con las peculiaridades fisiográficas de cada territorio. Incluye un complejo sistema de valles, desde el final de las rías, hasta los cursos medios de los principales ríos cantabro-atlánticos. Estos valles altos se encadenan con diferentes penillanuras y relieves alzados, entre los que destacan una serie de sierras de es-

casa altitud (<1200 m). Ocasionalmente esos relieves se prolongan hasta la costa, conformando una línea litoral acantilada. Entre estos núcleos montañosos destacan las Montañas Sublitorales Galaico-Asturianas, el Cordal del Cuera, las prolongaciones sublitorales de las Montañas Vasco-Cantábricas, las Sierras Centrales de Galicia y diversas unidades montañosas dispuestas en los territorios sublitorales atlánticos de Galicia y del Norte de Portugal. Dentro de los territorios con mayor influencia oceánica habría que incluir también a una serie de depresiones cenozoicas de escasa amplitud, que se disponen a lo largo de los territorios sublitorales atlántico y cantábrico.

Las ecoregiones interiores se caracterizan en su conjunto por una influencia oceánica menor,

que en ocasiones supone una marcada tendencia hacia la continentalidad. Una primera diferenciación de los bloques hundidos frente a los relieves alzados permite establecer dos unidades principales. Por una parte, las Depresiones Interiores, que incluirían a las dos grandes cuencas internas del NW peninsular: la depresión del Duero y la depresión del Ebro, y a todo un conjunto de fosas intramontañosas menores. Estas últimas corresponden a tierras bajas (400-900 m) encajadas entre bloques levantados, o bien adyacentes a ellos. En el sector oriental están íntimamente conectadas con la Depresión del Ebro, situadas entre las alineaciones que constituyen el sector más meridional de las Montañas Vasco-Cantábricas. En el caso de la vertiente atlántica, la red fluvial principal (cuena

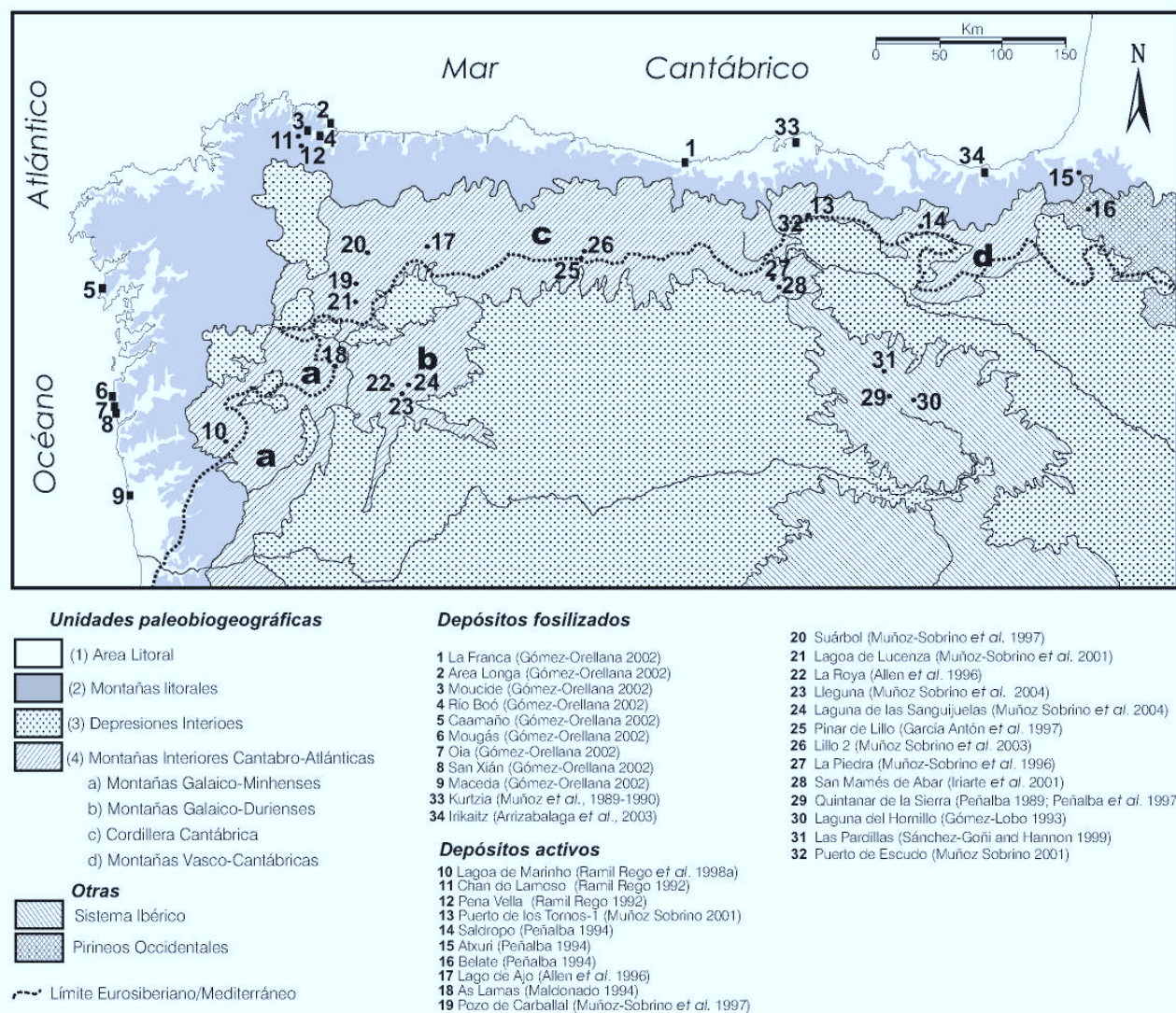


Figura 1. Unidades paleobiogeográficas del NW Ibérico y principales registros polínicos procedentes de depósitos orgánicos.

Miño-Sil) atraviesa la mayor parte de estas depresiones, de modo que su individualización responde, frecuentemente, a la existencia de tramos intermedios más o menos encañonados. Gran parte de ellas sirven de interconexión entre los territorios interiores y el sublitoral, por lo que su filiación bioclimática resulta en ocasiones ambigua. En esta unidad también habría que incluir las parameras situadas al pie de la Cordillera Cantábrica.

La unidad alzada, la Ecoregión Orofila Cantabro-Atlántica, engloba un conjunto heterogéneo de unidades montañosas que en general superan los 1200 m de altitud, aunque ocasionalmente pueden llegar a sobrepasar los 2000 m (Pena Trevinca, Peña Ubiña, Picos de Europa, Montañas Palentinas). Esta unidad puede sectorizarse en varias subunidades: las Montañas Galaico-Minhotas, el Macizo de Manzaneda, el Macizo de Pena Trevinca-Sanabria, las Montañas de León, la Cordillera Cantábrica y las Montañas Vasco-Cantábricas, cada una de las cuales representa a su vez una entidad biogeográfica más concreta y homogénea. Estos macizos se han visto afectados, en mayor o menor medida, por procesos glaciares ocurridos durante fases estadiales del Cuaternario Reciente, constatándose hoy en día fenómenos periglaciares en muchas cotas situadas por encima de los 1700-1800 m (MARTIN SERRANO, 1994).

## 6. REFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS

La correlación entre secuencias es uno de los puntos más conflictivos a la hora de plantear una reconstrucción paleoambiental válida para todo el NW Ibérico. Por ejemplo, durante las últimas décadas se han planteado diversas estratigrafías polínicas que recogen los principales episodios climáticos registrados en el NW Ibérico al final del Würm (WATTS 1986; ALLEN *et al.* 1996; RAMIL-REGO *et al.* 1996; PEÑALBA *et al.* 1997). Aunque muchas de ellas ofrecen reconstrucciones factibles a nivel regional, la imagen global resultante de todas ellas es confusa. La sincronización entre las dataciones  $^{14}\text{C}$  revela frecuentemente diferencias bioestratigráficas notables entre localidades; y al contrario, la coordinación de espectros análogos pone de manifiesto evidentes asincronías entre territorios (fig. 2). Se han propuesto algunas alternativas para explicar tales diferencias (plagas, incendios, etc.). Sin embargo la actitud más habitual ha sido la de cuestionar las tafonomías y descartar las cronologías  $^{14}\text{C}$  (p.e. ALLEN *et al.*, 1996), a pesar de que en el contexto del Tardiglaciar, y en aquellas dataciones que pueden ser contrastadas con los tecno-complejos humanos, el porcentaje de dataciones consideradas fallidas no alcanza el 20%. Puede ser razonable sospechar que alguna datación sea incorrecta, sobre todo en el caso de que existan sedimentaciones conflictivas o materiales carbonatados (p.e. PEÑALBA *et al.*, 1997). Pero no parece

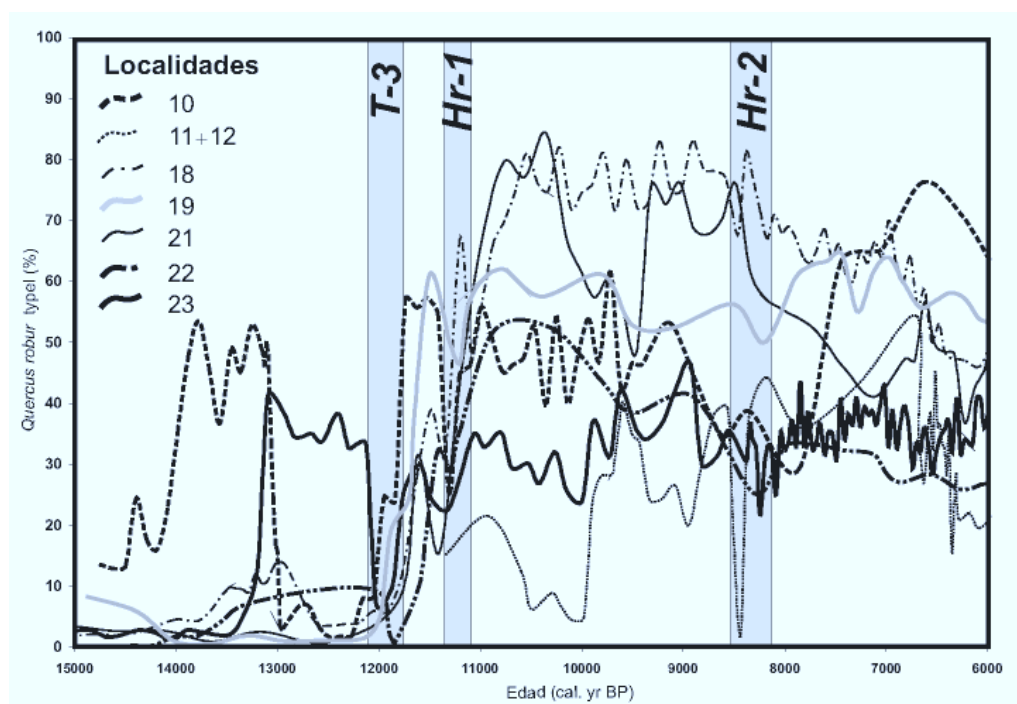


Figura 2. Comparativa sobre la dinámica de la expansión de *Quercus* en el NW Ibérico registrada en diagramas procedentes de diferentes unidades (localidades indicadas en Fig. 1).

lógico extender las dudas sobre la cronología a la mayoría de las dataciones disponibles, y menos si no están basadas en razones más objetivas que la simple asunción de que la mayor parte de los datos disponibles en el NW Ibérico no se ajustan a un patrón cronobioestratigráfico rígido, y que por tanto son erróneos (MUÑOZ SOBRINO *et al.* 2001 y 2004a). La alternativa viable es la de contemplar la posibilidad de que el NW Ibérico pueda comportarse como un territorio amplio, heterogéneo, en el que no todos los diagramas polínicos se ajustan de forma estricta a una única cronobioestratigrafía global. Esto equivale a introducir un componente espacial en la reconstrucción paleoambiental, pero también obliga a considerar otras referencias externas que sirvan de guía para coordinar las diferentes secuencias regionales.

Los registros isotópicos del hielo de Groenlandia pueden ser una buena opción. En ellos han quedado registradas durante miles de años las principales variaciones climáticas que han afectado al Atlántico Norte (WALKER *et al.* 1999), que parecen muy similares a algunas de las que han incidido sobre la vertiente Atlántica del la Península Ibérica, al menos durante el periodo post-glaciar (VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN 1997; MUÑOZ SOBRINO, 2001). Por tanto, una correlación

consistente entre las estratigrafías polínicas de los diferentes territorios del NW Ibérico podría pasar por tratar de identificar los efectos de cada evento climático global (fig. 3) en las diferentes unidades biogeográficas. Todo ello sin prejuzgar si el impacto de cada evento ha de ser similar en todas las regiones, o si las cronologías resultantes para cada oscilación, tal y como aparecen registrados en los diferentes diagramas polínicos, debe de ser exactamente sincrónica. En el caso de las principales oscilaciones climáticas ocurridas durante el Holoceno, los registros polínicos obtenidos en varias turberas sugieren una clara interrelación entre los cambios ocurridos en los paisajes de las montañas cantábricas y las condiciones del Atlántico Norte (fig. 3). Estas interconexiones (aunque más complejas de interpretar, ya que los cambios ambientales fueron más intensos y las variaciones espaciales mayores), también se podrían hacer extensibles al periodo Tardiglaciar (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2004b), y no hay razón para pensar que no hayan podido existir también durante periodos más antiguos. Esta circunstancia abriría una posible vía para la datación relativa de aquellos espectros polínicos cuya antigüedad supera el límite del método del 14C (p.e. GÓMEZ-ORELLANA, 2002).

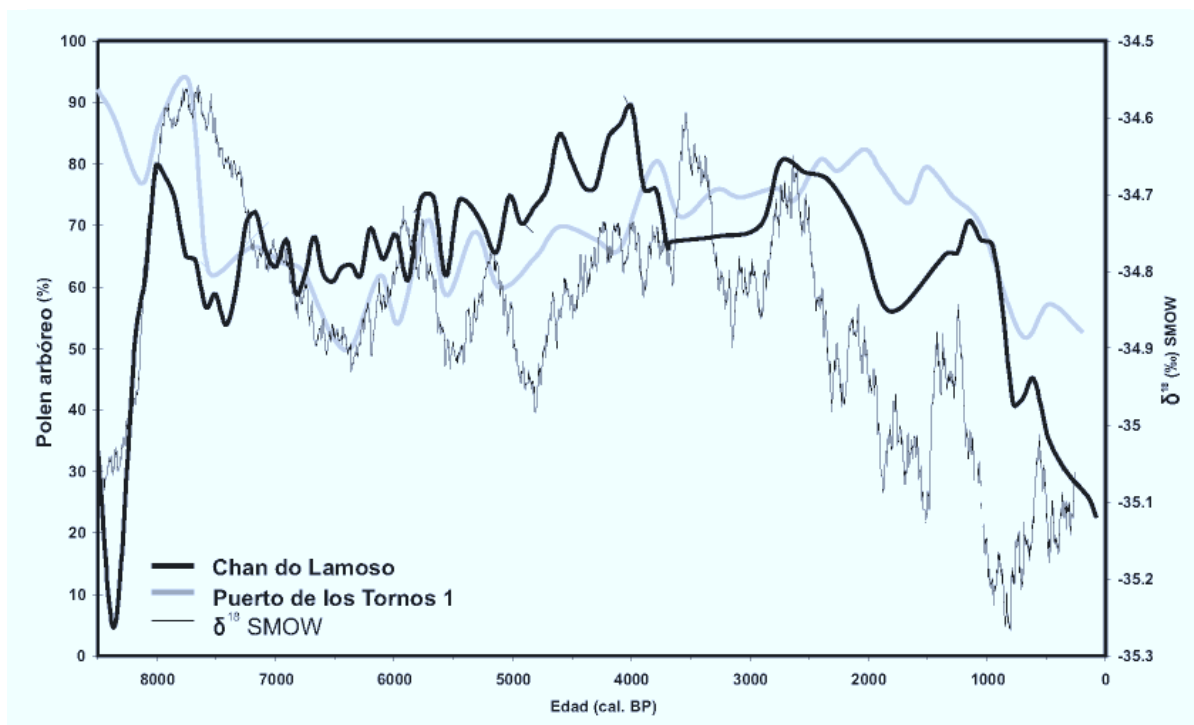


Figura 3. Variaciones de  $\delta^{18}\text{O}$  registradas en Groenlandia durante el Holoceno (JOHNSEN *et al.* 1992) comparadas con las variaciones en los porcentajes de polen arbóreo en Puerto de los Tornos (gris) y Chan do Lamoso (negro).



## 7. DISCUSIÓN: LA SECUENCIA PALEOAMBIENTAL Y LA REPRESENTACIÓN DE LOS AMBIENTES DEL NW IBÉRICO

### Eemiense

En el NW Ibérico aún no se conocen niveles orgánicos que puedan encuadrarse por criterios biocronológicos en el Eemiense o en periodos anteriores. En la mayoría de los casos se han documentado niveles coluviales con predominio de arcillas y/o arenas, que constituyen la base más común sobre la que se emplazan las capas limnéticas atribuidas al Würm o al Holoceno. Durante el Eemiense se han descrito los niveles marinos más elevados del Cuaternario, cuyo máximo parece establecido en torno a +6 metros (TEXIER & MEIRELES, 1991; BARD *et al.*, 1993; ZAZO, 1999; etc.), de modo que, en general, los niveles eemienses son facies marinas formadas por arenas finas, encostradas por óxidos de hierro, o arcillas o arenas, marrones o negras, impregnadas de ácidos orgánicos; o bien son cantos rodados, inmersos en matrices de diversa naturaleza. En el yacimiento del Paleolítico inferior de Irikaitz (Zestoa, Gipuzkoa) se ha descrito un período interglaciario, probablemente al Eemiense, donde los estudios paleobotánicos preliminares reflejan una interesante diversidad arbórea (*Carpinus*, *Alnus*, *Quercus*, *Frangula*,

*Corylus*, *Alnus*, *Fagus*, *Fraxinus*, etc.) y un estrato herbáceo-arbustivo caracterizado fundamentalmente por Ericaceae y Gramineae (ARRIZABALAGA *et al.*, 2003), diversidad que no aparece recogida en los registros oceánicos obtenidos frente al margen suroccidental de la Península Ibérica (SANCHEZ-GOÑI *et al.*, 1999).

### Prewürm

El descenso del nivel marino ocurrido tras el Eemiense (BARD *et al.* 1993) favoreció el desarrollo de un sistema de humedales litorales, de los que hoy se conservan algunos niveles atribuidos al Prewürm (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). Los niveles Prewürmienses cantábricos (GÓMEZ-ORELLANA *et al.*, 2004) se caracterizan por una clara hegemonía de los elementos arbóreos caducifolios, siendo *Betula* el mayoritario (fig. 4). Esto parece corresponderse con lo observado en algunas secuencias del SE de Francia, donde *Betula* es más abundante en el transcurso del Prewürm que durante el Eemiense (DE BEAULIEU & REILLE, 1994). Sin embargo a orillas del Cantábrico aparecen porcentajes importantes de otros elementos: *Quercus robur* tp., *Fagus* o *Carpinus*; y en menor medida *Corylus*, *Acer*, *Alnus* y *Pinus* (fig. 4). Y también existen presencias discontinuas de pólenes de otros termófilos como *Arbutus*, *Castanea*, *Ju-*

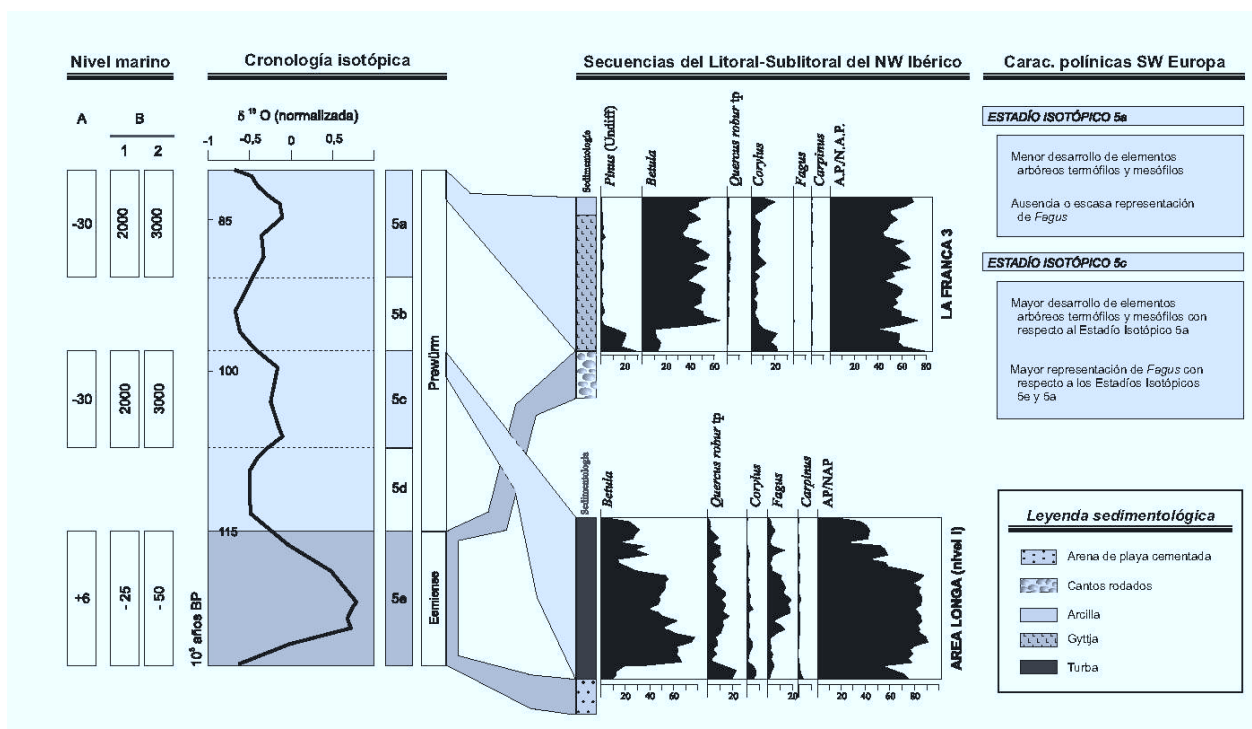


Figura 4. Síntesis de los datos disponibles para el Prewürm en el Litoral-Sublitoral del NW ibérico.

(A: Nivel marino en metros con respecto al actual, para cada periodo del Prewürm;

B: Distancia –metros– de los depósitos a la línea de costa, en los diferentes periodos: 1 La Franca; 2 Area Longa).

*glans*, etc. (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). El predominio de caducifolios y la escasa representación de las gimnospermas, constituye una diferencia muy notable con respecto a las secuencias de áreas mediterráneas (FOLLIERI *et al.* 1988; PONS & REILLE, 1988; BURJACHS I CASAS, 1990; etc) y continentales de Europa (DE BEAULIEU & REILLE 1995; BEHRE, 1989; PONS *et al.*, 1992; etc), donde las gimnospermas (fundamentalmente *Pinus*, *Abies* y *Picea*) se equiparan (e incluso superan) a los elementos caducifolios.

Las secuencias oceánicas situadas hacia el sur de la fachada atlántica de la Península Ibérica (SANCHEZ-GOÑI *et al.*, 1999), muestran un claro predominio de las gimnospermas (*Pinus*, *Cedrus*, *Cupresaceae*, *Abies*) y presencia de elementos mediterráneos (*Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Ephedra*) y estépico (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*), mientras que algunos de los elementos más característicos registrados en las secuencias cantábricas, tales como *Fagus*, *Arbutus*, *Castanea* o *Juglans*, están ausentes, lo cual sugiere que el influjo polínico de estas secuencias oceánicas procede predominantemente de ambientes mediterráneos o continentales del litoral portugués y del centro y sur de la Península, sin descartar un cierto reflejo de ambientes procedentes del Norte de África.

### Estadial würmiense inicial

Las características generales deducidas en las reconstrucciones elaboradas para el SW de Europa concuerdan en gran medida con los diagramas polínicos de la Península Ibérica más próximos al mediterráneo: Padul (PONS & REILLE, 1988), Pla de l'Estany (BURJACHS I CASAS, 1990) y con las secuencias oceánicas (SANCHEZ-GOÑI *et al.*, 1999), que muestran un importante desarrollo de elementos herbáceos crioxéricos y una significativa presencia de *Pinus*. En cambio, en los territorios litoral-sublitorales Cantábro-Atlánticos los elementos crioxéricos son escasos a lo largo de toda esta fase stadial (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). Esta disimilitud parece coherente con las reconstrucciones de la posición del frente polar y del hielo oceánico para esta fase stadial (FLORINETH & SCHLÜCHTER, 2000), que habrían condicionado un reparto muy desigual de la humedad: ambientes fríos y húmedos en los territorios costeros de la fachada Atlántica meridional, y el predominio de condiciones crioxéricas en las grandes llanuras y depresiones interiores. El predominio de los brezales en secuencias del litoral Cantábrico indicaría el mantenimiento de un cierto grado de humedad ambiental,

de modo que el detrimento de la vegetación arborea vendría determinado fundamentalmente por una disminución en la temperatura. Este carácter oceánico podría hacerse extensivo a la fachada atlántica de la Península (DINIZ, 1989), lo cual habría limitado la instalación de formaciones crioxéricas y halófilas en estas áreas (GÓMEZ-ORELLANA, 2002).

### Interstadial würmiense

Dentro del área Litoral-Sublitoral del NW Ibérico existen varios análisis procedentes de medios limnéticos fosilizados atribuidos al Interstadial Würmiense (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). El más completo es el nivel III del depósito de Area Longa, cuyo registro abarca la practica totalidad del Estadio Isotópico 3 (Fig. 5). En el conjunto del periodo abarcado por todas ellas se pueden establecer, al menos, tres pulsaciones de incremento de la representación de bosques caducifolios (Fazouro I, Fazouro II, Baixo Miño), enmarcadas por otros periodos (Xistral I, Xistral II, Xistral III) de dominio del polen de táxones arbustivos y herbáceos (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). El Estadio Isotópico 3 parece iniciarse en el área Cántabro-Atlántica con una fase de predominio de los paisajes abiertos (Xistral I). A continuación, una fase más cálida (Fazouro I, >42.200 BP) muestra un incremento de los porcentajes de *Quercus robur* tp. La representación de los brezales se incrementa de nuevo con posterioridad al 41.000 BP (Xistral II), y más tarde los diagramas polínicos registran la presencia de bosques (Fazouro II) dominados por *Quercus robur* tp. y *Betula*, pero también con presencia de *Pinus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ilex*, *Crataegus*, *Fraxinus* y *Salix*. Con posterioridad existe otro periodo caracterizado por nuevos picos de *Ericaceae* y *Gramineae* que representan una nueva fase de predominio de los biomas abiertos (Xistral III). El Interstadial Würmiense finaliza con una nueva fase más cálida (Baixo Miño) caracterizada en la mayoría de las localidades por el incremento de los *Quercus* deciduos, siendo además frecuentes otros taxa como *Pinus pinaster* tp., *Betula*, *Corylus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Tilia* e *Ilex*. En la localidad de Sta. María de Oia (Pontevedra), esta última fase finaliza con una expansión de *Fagus* posterior al 35.850 B.P. (GÓMEZ-ORELLANA, 2002). Estos registros serían consecuentes con los datos polínicos procedentes de un nivel turboso del yacimiento de Kurtzia, localizado en la costa occidental de Bizkaia (Sopela-Barrika), caracterizado por el predominio de *Alnus*, seguido de *Pinus*, *Betula* y

*Abies* junto a leve presencia de otros árboles termófilos (*Fagus*, *Myrica*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, etc.). Este depósito está datado en este periodo (41.400±500 BP), y en las inmediaciones se ha localizado industria musteriense, a pesar de lo cual ha sido atribuido a un periodo interglaciar (MUÑOZ *et al.* 1989-1990). Los datos disponibles para este periodo en la zona centro y sur del Litoral Atlántico peninsular (DINIZ, 1989; GRANJA & CARVALHO, 1995) muestran el predominio de los pinares durante las fases de expansión arbórea, pese a lo cual se registra la presencia de numerosos táxones caducifolios como *Alnus*, *Betula*, *Acer*, *Carpinus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Celtis* o *Salix* (DINIZ, 1989).

Frente a la diversidad de las formaciones planocaducifolias registradas en las secuencias continentales Cántabro-Atlánticas durante este periodo, y frente a la desigual reparto geográfico de la vegetación que estos registros sugieren, las secuencias oceánicas situadas frente al litoral portugués (SANCHEZ-GOÑI *et al.*, 2000) muestran un registro polínico bastante semejante al de periodos anteriores, continuando el predominio de coníferas y formaciones crioxéricas o mediterráneas que no parecen reflejar fielmente los ambientes del NW Ibérico. Por otra parte, los cambios en relación al tipo de bioma dominante en el paisaje del NW Ibérico no parecen haber sido los mismos, ni siquiera tan numerosos, como se ha sugerido a partir de algunas secuencias oceánicas (SÁNCHEZ-GOÑI *et al.*, 1999, 2000; D'ERRICO & SÁNCHEZ-GOÑI, 2003) que probablemente registren variaciones espaciales de la vegetación en el entorno de algunas áre-

as terrestres, con las consiguientes modificaciones de los aportes polínicos, más que variaciones bruscas en relación con el tipo de biomas dominantes, tal como ha ocurrido en zonas próximas durante el Tardiglaciar (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2004).

### Estadial würmense final

La obtención de datos en las regiones montañosas interiores del NW Ibérico para este episodio estadal queda bastante limitada por la persistencia de condiciones de inestabilidad, aunque en algunas zonas relativamente bajas (~ 1000 m) la sedimentación postglaciar comenzó antes del 18.000 BP (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2001 y 2004a). La comparación de estas localidades con los registros costeros disponibles indica que en un territorio tan amplio y diverso como es el NW Ibérico las estratigrafías polínicas han podido diferir considerablemente (GÓMEZ-ORELLANA *et al.*, 1997). Diferentes factores, (altitud, latitud, orientación, distancia al mar, orografías que generen situaciones de sombra pluviométrica, etc.) contribuyen a explicar las distintas sensibilidades de cada unidad biogeográfica del NW Ibérico frente a lo cambios climáticos globales, y también porqué la composición característica de zonas polínicas sincrónicas puede ser diferente según las localidades consideradas (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2004b). En las zonas costeras la intensificación de los procesos de morfogénesis también provocó la decapitación o el sellado de numerosas secuencias limnéticas que re-

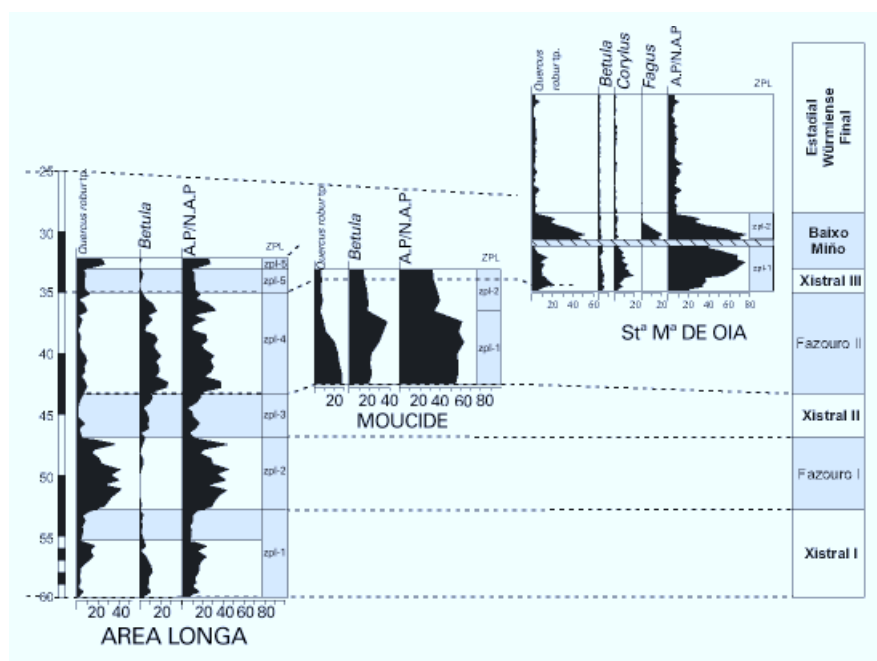


Figura 5. Fases de desarrollo arbóreo registradas en el Litoral-Sublitoral NW ibérico para el Interstadial Würmense (Fazouro I, II y Baixo Miño).

gistraban de forma más o menos continua periodos precedentes. De ahí el límite superior abrupto de muchos de estos espectros. En cambio, es en este periodo cuando se inicia la sedimentación orgánica en los sistemas limnéticos activos más antiguos del NW Ibérico, en la mayoría de los casos emplazados en zonas montañosas (MUÑOZ SOBRINO, 2001), distantes del área Litoral-Sublitoral. Por este motivo la información paleobotánica para este periodo se restringe a un escaso número de diagramas, del que cabe extrapolar, aunque solo a grandes rasgos, las condiciones paleoambientales vigentes en las diversas unidades biogeográficas del NW ibérico (RAMIL-REGO, 1996c; MUÑOZ SOBRINO, 2001).

Los registros de los territorios montañosos interiores se caracterizan por la hegemonía de la vegetación no arbórea, fundamentalmente Gramineae en las vertientes más oceánicas y una combinación de Gramineae, *Artemisia* y Chenopodiaceae en las más continentales, siendo particularmente importante la proporción de elementos crioxéricos en localidades emplazadas el entorno más cercano a la Meseta (RUIZ ZAPATA *et al.*, 2000; IRIARTE *et al.*, 2001; MUÑOZ SOBRINO, 2001; MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 1997, 2001 y 2004a). En la zona litoral-sublitoral, los moderados porcentajes de táxones crioxéricos, unidos a una exigua (pero en general continua) presencia de *Erica* o *Calluna*, indican un clima relativamente húmedo en relación a otras áreas del continente (RAMIL-REGO, 1992; MUÑOZ SOBRINO, 2001; GÓMEZ-ORELLANA, 2002). En cuanto a los bosques, los primeros espectros post-glaciares procedentes de zonas montañosas interiores muestran únicamente porcentajes significativos de *Pinus*, aunque son frecuentes las curvas intermitentes de un nutrido grupo de elementos arbóreos caducifolios, siempre con valores inferiores al 5% (RUIZ ZAPATA *et al.*, 2000; MUÑOZ SOBRINO, 2001). Sin embargo, los registros polínicos disponibles indican que bosques caducifolios colonizaron rápidamente la mayor parte del NW Ibérico durante el periodo post-würmiense, en algunas zonas interiores incluso antes del inicio del Holoceno, lo que sugiere que muchas formaciones planocaducifolias debieron permanecer acantonadas en las áreas sublitorales del NW Ibérico, más húmedas (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2004b).

## 8. CONCLUSIONES

El NW de la Península Ibérica es un territorio lo suficientemente diverso como para ser capaz de albergar varios tipos de ambientes diferentes que pueden coexistir en el marco de unas condiciones macroclimáticas dadas. Esta diversidad también se hace patente en los registros paleoecológicos comparados (RAMIL-REGO *et al.*, 1998), lo cual aconseja establecer reconstrucciones globales solo a partir de la coordinación de las variaciones observadas en unidades paleobiogeográficas más homogéneas, en las que hayan quedado registrados modificaciones paleoclimáticas globales. Las secuencias polínicas que proceden de depósitos limnéticos continentales son más apropiadas para este tipo de reconstrucción que aquellas que proceden de otros medios, tales como cuevas, suelos, yacimientos arqueológicos o medios marinos, en los que la representatividad polínica y los ritmos y condiciones de deposición no son generalmente los más adecuados. En cambio, la disponibilidad de registros limnéticos puede quedar condicionada en algunos periodos y unidades paleobiogeográficas, tanto por razones geomorfológicas como, incluso, por la acción humana. En algunos sectores del territorio que nos ocupa, la disponibilidad de estos registros es considerablemente menor, y en ocasiones claramente insuficiente, aunque las prospecciones llevadas a cabo en los últimos años vienen abriendo nuevas perspectivas. Comprender los cambios que han podido experimentar a través del tiempo un territorio tan complejo como el NW Ibérico, es pues una labor abierta a revisiones o actualizaciones continuas, cuyo nivel de precisión ha de incrementarse a medida que se puedan ir incorporando nuevos datos en el marco de una reconstrucción global coherente.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación PGIDT-04RF027600 PR del Plan Galego de Investigación, Desenvolvemento e Innovación Tecnolóxica (Xunta de Galicia) y del Grupo de Investigación del Área de Prehistoria de la Universidad del País Vasco 9/UPV 155.130-14750/2002.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J.R.M.; HUNTLEY B. & WATTS W.A.  
1996 The vegetation and climate of the northwest Iberia over the last 14.000 yr. *Journal of Quaternary Science* 11, 125-147.
- ARRIZABALAGA, A.; IRIARTE, M.J. & RUIZ, M.  
2003 El yacimiento arqueológico de Irikaitz (Zestoa, Gipuzkoa). Contextualización arqueobotánica en el marco del Paleolítico inferior vasco. G. FLOR (ed): Actas de la XI Reunión Nacional del Cuaternario, 211-218. Oviedo.
- BARD, E.; STUIVER, M. & SHACKLETON, N.J.  
1993 How accurate are our chronologies of the Past?. J.A. EDDY, H. OESCHGER (eds.): Global changes in the perspective of the Past, 109-120. JOHN WILEY & SONS Ltd. Chichester.
- BEHRE, K.-E.  
1981 The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen Spores* 23, 225-245.  
1989 Biostratigraphy of the last glacial period in Europe. *Quaternary Science Reviews* 8, 25-44.
- BELLOT, F. & VIETZ, E.  
1945 Primeros resultados del análisis polínico de las turberas galaicas. *Anales del Instituto de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal* 2, 281-303.
- BERGLUND, B.E. & RALSKA-JASIEWICZOWA, M.  
1986 Pollen analysis and pollen diagrams. B.E. BERGLUND (ed): *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, 445-484. JOHN WILEY & SONS Ltd. Chichester.
- BURJACHS I CASAS, F.  
1990 Evolució de la Vegetació i paleoclimatologia desde fa més de 85.000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi pollínica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, la Garrotxa). *Vitrina* 5, 39-46.
- CARRIÓN, J.S.; MUNUERA, M.; NAVARRO, C.; BURJACHS, F.; DUPRÉ, M. & WALTER, M.J.  
1999 Palaeoecological potencial of pollen records in caves: the case of the Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews* 18, 67-78.
- D'ERRICO, F. & SÁNCHEZ-GOÑI, M.F.  
2003 Neandertal extinction and the millennial scale climatic variability of OIS 3. *Quaternary Science Reviews* 22, 769-788.
- DE BEAULIEU, J.-L. & REILLE, M.  
1994 A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* 13, 111-132.  
1995 Pollen records from the Velay craters: A review and correlation of the Holsteinian Interglacial with isotopic stage 11. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 52, 59-70.
- DINIZ, F.  
1989 Aspectos de vegetação e do clima de formações Quaternarias entre Obidos e Peniche. El Cuaternario en España y Portugal, 337-341. Actas 2ª Reunión del Cuaternario Ibérico. Instituto Geominero de España. Madrid.
- FLORINETH, D. & SCHLÜCHTER, C.  
2000 Alpine Evidence for Atmospheric circulation patterns in Europe during the Last Glacial Maximum. *Quaternary Research* 54, 295-308.
- FOLLIERI, M.; MAGRI, D. & SADORI, L.  
1988 250.000 - year pollen record from Valli di Castiglione (Roma). *Pollen et Spores* XXX (3-4), 329-356.
- GÓMEZ-ORELLANA, L.  
2002 *El último ciclo Glaciar-Interglaciar en el litoral del NW Ibérico: dinámica climática y paisajística*. Tesis Doctoral. Escola Politècnica Superior. Universidade de Santiago.
- GÓMEZ-ORELLANA L.; RAMIL-REGO, P. & MUÑOZ SOBRINO, C.  
1997 Modelos de transición entre el pleniglacial Würmiense final y el Tardiglacial en los sectores litorales y montañosos del NW de la Península Ibérica. J. RODRIGUEZ VIDAL (ed): *Cuaternario Ibérico*, 339-345. Asociación de Estudios Cuaternarios. Huelva.
- GÓMEZ-ORELLANA, L.; RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ SOBRINO, C. & IRIARTE, M.J.  
2004 Some considerations about the existence of refuges in the coastal area from NW Iberia during the last glacial period. *Polen* 14, 224-225.
- GRANJA, H.M.; GOMES, P. & CARVALHO, G.S.  
1995 Morfologia e Cronologia dos sistemas dunares da zona costeira Nordeste de Portugal. *Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico* 4, 417-420.
- HEIM, J.  
1970 *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe Occidentale*. Thèse. Laboratoire de Palynologie et de Phytosociologie. Université de Louvain. 179 pp.
- HOYOS, M.  
1995 Paleoclimatología del tardiglacial en la cornisa Cantábrica basada en los resultados sedimentológicos de yacimientos arqueológicos kársticos. A. MOURE ROMANILLO, C. GONZALEZ SAINZ (eds.): *El final del Paleolítico Cantábrico*, 15-75. Universidad de Cantabria. Santander.
- IRIARTE, M.J. MUÑOZ, C., RAMIL-REGO, P. & RODRIGUEZ, M.  
2001 Análisis palinológico de la turbera de San Mamés de Abar (Burgos). M.A. FOMBELLA, D. FERNANDEZ, D. R.M. Valencia (eds.): *Palinología: diversidad y aplicaciones*, 87-93. Universidad de León. León.

- KNAAP, W.O. van der & LEEUWEN, J.F.N. van  
1997 Late Glacial and Early Holocene vegetation succession altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 97, 239-285.
- LAVILLE, H.  
1988 Recent developments on the chronostratigraphy of the Paleolithic in the Perigord. H.L. DIBBLE, A. MONTET-WHITE (eds): *Upper Pleistocene Prehistory of Western Asia*. Univ. Museum Monograph., 54, Univ. Museum Symposium Series, 1 (VIII): 147-160. Philadelphia.
- LEROI-GOURHAN, A.  
1989 Stratigraphie du Würm depuis 35.000 ans par la Palynologie. J. ROSE, C. SCHLÜCHTER (eds.): *Quaternary type sections: Imagination or reality?*, 91-92. A.A. BALKEMA. Rotterdam.
- MALDONADO, J.  
1994 *Evolución Tardiglacial y Holocena de los macizos del Noroeste Peninsular*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- MARTIN SERRANO, A.  
1994 Macizo Hespérico Septentrional. GUTIÉRREZ ELORZA (Coord.): *Geomorfología de España*, 25-82. Rueda. Madrid.
- MOURIK, J.M. van  
1986 Pollen profiles of slope deposits in the Galician area (N.W. Spain). *Nederlandse Geografische Studies* 12, 1-171.
- MUÑOZ SOBRINO, C.  
2001 *Cambio climático y dinámica del paisaje en las montañas del noroeste de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & RODRIGUEZ GUITIAN, M.A.  
1997 Upland vegetation in the north-west Iberian peninsula after the last glaciation: forest history and deforestation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany* 6, 215-233.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & RODRIGUEZ GUITIAN, M.A.  
2001 Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History and Archaeobotany* 10, 7-21.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L.  
2004a Vegetation of the Lago de Sanabria area (NW Iberia) since the end of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany* 13, 1-22.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L.  
2004b Upper Würm and the Early Holocene in the mountains of NW Iberia: biostratigraphy, chronology and tree colonization. *Polen* 14, 524-525.
- MUÑOZ, M.; SANCHEZ, M.F. & UGARTE, M.  
1989-90 El entorno geo-ambiental del yacimiento arqueológico de Kurtzia (Sopela-Barrika, costa occidental de Bizkaia). *Munibe (Antropología-Arkeología)* 41, 107-115.
- PANTALEÓN, J.  
1997 *Estudi palinològic de sediments litorals de la provincia d'Almeria. Transformacions del paisatge vegetal dins un territori semiàrid*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- PEÑALBA, C.  
1989 *Dynamique de végétation Tardiglaciaire et Holocène du centre-nord de l'Espagne d'après de l'analyse pollinique*, 165 pp., Tesis Doctoral, Universidad d'Aix, Marseille III.
- PEÑALBA, M.C.; ARNOLD, M.; GUIOT, J.; DUPLESSY, J.C. & BEAULIEU, J.L. de  
1997 Termination in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research* 48, 205-214.
- PONS, A., GUIOT, J.; DE BEAULIEU, J.L. & REILLE, M.  
1992 Recent contributions to the climatology of the last glacial-interglacial cycle based on French pollen sequences. *Quaternary Science Reviews* 11, 439-448.
- PONS, A. & REILLE, M.  
1988 The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66, 243-263.
- 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.
- RAMIL-REGO, P.; GÓMEZ-ORELLANA, L.; MUÑOZ, C. & RODRIGUEZ, M.  
1996a Valoración de las secuencias polínicas del noroccidente Ibérico para el último ciclo glacial-interglacial. P. Ramil-Rego y C. Fernández (eds): *Arqueometría y Paleoeología del Norte de la Península Ibérica*. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas. *Ferredes* 3, 33-116.
- RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ, C.; GÓMEZ-ORELLANA, L. & RODRIGUEZ, M.  
1996c Cambios globales del clima y de los hábitats terrestres. P. RAMIL-REGO & C. FERNANDEZ (eds): *Arqueometría y Paleoeología del Norte de la Península Ibérica*. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas. *Ferredes* 3, 9-31.
- RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ, C.; RODRÍGUEZ, M.A. & GÓMEZ-ORELLANA, L.  
1998 Differences in the vegetation of the North Iberian peninsula during the last 16,000 years. *Plant Ecology* 138, 41-62.

- RAMIL-REGO, P.; RODRIGUEZ, M.; GÓMEZ-ORELLANA, L; MUÑOZ, C. & AIRA, M.J.  
1996b Caracterización paleoambiental de los complejos lacustres y humedales de Galicia. P. RAMIL-REGO, C. FERNANDEZ & M. RODRIGUEZ (coord.). *Biogeografía Pleistocena de la Península Ibérica*, 227-246. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., LOIDI, J., COSTA, T.E., DIAZ, T.E. & PENAS, A.  
1999 Iter ibericum A,D, MIM. (Excursus geobotanicus per Hispanium et Lusitaniam, ante XLII Symposium Societatis Internationalis Scientiae Vegetationis Bilbao mese Iulio celebrandum dicti Anni). *Itinera Geobotanica* 13, 5-348.
- RUIZ ZAPATA, B; JIMÉNEZ, M.; GIL, M.J.; DORADO, M.; VALDEOLMILLOS, A. & FARIAS, P.  
2000 Registro palinológico de un depósito postglaciar en el Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica, Noroeste de España): Implicaciones paleoclimáticas. *Geotemas* 1(4), 279-283.
- SÁNCHEZ-GOÑI M.F.; EYNAUD, F. TURON, J.-L. & SHACKLETON, N.J.  
1999 High resolution palynological record off the Iberian margin: direct land-sea correlation for the Last Interglacial complex. *Earth and Planetary Science Letters* 171, 123-137.
- SÁNCHEZ-GOÑI, M.F.; TURON, J.-L.; EYNAUD, F. & GENDREAUET, S.  
2000 European Climatic Response to Millennial-Scale Changes in the Atmosphere-Ocean System during the Last Glacial Period. *Quaternary Research* 54, 394-403
- TEXIER, J.P. & MEIRELES, J.  
1991 Les formations Littorales Quaternaires du Minho (Portugal): Propositions pour une nouvelle approche climato-chronologique et dynamique. *Cahiers du Quaternaire* 16, 115-133.
- VOELKER A.H.L. & WORKSHOP PARTICIPANTS  
2002 Global distribution of centennial-scale records for Marine Isotope Stage (MIS) 3: a database. *Quaternary Science Reviews* 21, 1185-1212.
- WATTS, W.A.  
1986 Stages of climatic from full Glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy. A comparison of the Atlantic Coast and the Mediterranean. A. BASIN GHAZI & R. FANTECHI (eds): Current issues in Climate Research. Proceedings of the EC *CLimatology programme Symposium (1984)101-111 Sophia Antipolis*.
- WALKER, M.C.J.; BJÖRCK, 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
- ZAZO, C.  
1999 Interglacial sea levels. *Quaternary International* 55, 101-113.