

# Historia da meteoroloxía e da climatoloxía de Galicia

COORDINADOR  
Francisco Díaz-Fierros Viqueira



CONSELLO DA CULTURA GALEGA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE



# **Historia da meteoroloxía e da climatoloxía de Galicia**



# Historia da meteoroloxía e da climatoloxía de Galicia

Coordinador

FRANCISCO DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA



Historia da metereoloxía e da climatoloxía de Galicia / coordinador, Francisco Díaz-Fierros Viqueira. — Santiago de Compostela : Consello da Cultura Galega, 2008. — 209 p. : il. col. ; 28 cm + 1 CD  
D.L. C 3717-2008. — ISBN 978-84-96530-72-0  
1. Metereoloxía-Historia. 2. Climatoloxía-Galicia. I. Díaz-Fierros Viqueira, Francisco. II. Consello da Cultura Galega.

**Este libro foi posible grazas á colaboración da Consellaría de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible**

© CONSELLO DA CULTURA GALEGA  
Pazo de Raxoi, 2º andar  
Praza do Obradoiro, s/n  
15705 Santiago de Compostela  
Tel. 981 957202 Fax 981 957205  
correo@consellodacultura.org  
Web: <http://www.consellodacultura.org>

Realización  
Lúdica7

ISBN 978-84-96530-72-0  
Depósito legal: C 3717-2008

# Índice

Presentacións .....	9
1. Introducción .....	13

## Primeira parte

2. Historia da meteoroloxía e da climatoloxía en Galicia .....	21
FRANCISCO DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA	
3. As primeiras estacións meteorolóxicas galegas .....	77
RAFAEL SISTO EDREIRA	
M. <sup>a</sup> LUISA LOSADA SANMARTÍN	
4. O instrumental das observacións meteorolóxicas .....	99
RAFAEL SISTO EDREIRA	
M. <sup>a</sup> LUISA LOSADA SANMARTÍN	

## Segunda parte

5. Paleoclimatoloxía .....	109
PABLO RAMIL REGO, LUIS GÓMEZ-ORELLANA	
CASTOR MUÑOZ-SOBRINO	
6. Documentación histórica e clima .....	143
M. <sup>a</sup> LUISA LOSADA SANMARTÍN	
7. Os estudos dendrocronolóxicos como indicadores da historia climática .....	185
FRANCISCO DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA	
8. As medidas instrumentais .....	203
JAVIER CANCELO	
FRANCISCO DÍAZ-FIERROS	

## Anexo (CD)

Datos de precipitación e temperatura, mensuais, dos observatorios históricos. Outros documentos históricos	
EVA M. <sup>a</sup> OTERO TURNES	
MONTSERRAT RE CAREY PÉREZ	





## Presentacións

A Galicia pódenselle negar moitas cousas, con xustiza ou sen ela. Pero do que non hai dúbida é de que ten un clima de seu que, aínda semellante a moitos outros, contén claras singularidades. Unha delas é a súa condición de clima atlántico, oceano que verte sobre a terra galega unha enxurrada de auga en case todas as sazóns do ano, o que acabou por fixar un dos tópicos máis pertinaces, que identifica Galicia coa chuvia. Pero tamén é un clima mediterráneo porque en comarcas dos vales fluviais do interior, moitas delas a moi baixa altitude, aparecen secas de verán que achegan o clima galego ao das rexións meridionais da Península Ibérica. Ten, así mesmo, mostras de clima case continental nalgunhas chairas e serras sitas ao leste da Dorsal Galaica. E, sobre todo, é un clima moi variado, con infinidade de matices mesoclimáticos e microclimáticos que acaban por condicionar a xeografía do país galego, dividido en centos de bisbarras con cadansúa particular personalidade. Unha Galicia diversa internamente desde a perspectiva física, aínda que cara a fóra e culturalmente teña unha aparencia de unidade.

O clima de Galicia, talvez por se ter convertido nun tópico, non foi un obxecto preferente de estudo. Pouco se escribira ata agora sobre a evolución deste clima. Interesou algo a súa historia, pero eran relatos illados que non contemplaban unha visión de conxunto dobre o devir temporal do clima galego. Foi o cambio de tendencia propiciado polo actual debate arredor do cambio climático o que, paradoxalmente, lle deu pulo á historia do clima. Desá dupla necesidade de saber o que está por vir e, complementariamente, de saber o que foi naceu este libro, que trata de cumprir dous grandes obxectivos.

En primeiro termo, o de presentar de forma ordenada e comprensiva os coñecementos actuais sobre o clima galego, desde a saída da última glaciación ata os nosos días. Diferentes métodos (paleoecolóxicos, históricos e instrumentais) foron necesarios para enfiar este relato. Os datos máis recuados fican, como se fose nunha perspectiva pictórica, algo esvaecidos, mentres que os máis recentes gozan de meirande precisión e detalle.

En segundo termo, foi obxectivo dos autores engadir a esta historia do clima galego algunhas reflexións sobre a historiografía do clima, isto é, a reconstrución dos pasos dados para a consecución dos coñecementos que cada época acadou sobre o clima. Os procedementos empregados foron, desde logo, moi diversos, desde os máis instrumentais procedentes de textos náuticos, sanitarios ou agrícolas, ata as técnicas máis depuradas dos tempos recentes.

Os climas, alén da súa dimensión física, teñen unha clara significación cultural. Unha longa tradición intelectual, de Polibio a Montesquieu, fixo do clima unha explicación certa de moitos comportamentos e mesmo de réximes políticos. Entre nós, un dos mellores coñecedores do clima e, por ampliación, da paisaxe galega foi Otero Pedrayo, quen chegou a dicir que ata sentía «climaticamente» as diversas falas dos pobos europeos. Achegarse á historia do clima é, por tanto, unha ocasión para facer realidade a parcería das «dúas culturas», nas que ciencia e cultura se fecundan mutuamente. E o lugar óptimo para este himeneo é xustamente o Consello da Cultura Galega, empeñado desde hai moitos anos na integración da cultura científica na perspectiva global da cultura galega.

Este proxecto foi unha nova ocasión para levar á práctica esta mirada integradora sobre a historia da ciencia en Galicia. Grazas ao traballo da sección de Ciencia, Técnica e Sociedade, constituída con este ou parecido nome desde hai anos no Consello da Cultura Galega, realizáronse algúns traballos moi notables, todos eles concibidos nesta perspectiva de entender da forma máis plural a cultura galega. Esta obra, na que o profesor F. Díaz-Fierros puxo todo o seu esforzo e empeño persoal, é unha feliz mostra desta traxectoria de traballo no marco do Consello. Que contase coa axuda da Consellaría de Medio Ambiente, que patrocinou a súa realización, permitiu renovar a práctica da colaboración institucional coa que tan a gusto se sente o Consello da Cultura Galega.

RAMÓN VILLARES

Presidente do Consello da Cultura Galega

O clima do planeta terra ten a súa propia historia. A reconstrución do clima dun territorio, a procura das súas causas e a predición da súa evolución futura son o obxecto de estudo da ciencia da climatoloxía. A meteoroloxía, pola súa banda, é a ciencia do clima aplicada á previsión do tempo. A análise da historia de ambas as ciencias no territorio de Galicia constitúe o obxectivo central deste libro.

A curiosidade humana polos fenómenos meteorolóxicos e o clima existiu desde os albores da Humanidade. Dende a mera observación primitiva ata os máis modernos sistemas de teledetección, pasando polos primeiros termómetros e barómetros nados no século XVI, a nosa relación, dependencia en ocasións, co noso medio circundante sempre foi obxecto de estudo. E Galicia non podía ser unha excepción.

Este libro recolle os esforzos realizados polos galegos de todas as épocas para tratar de comprender como foi, é e será o clima en Galicia e a súa relación cos sucesos climáticos que a grande escala sucedían no mundo. Non se pode entender, nin previr, o cambio climático no que estamos inmersos sen saber como foi o noso clima e os cambios que houbo no pasado.

Así, a carencia de arquivos que rexistren os climas máis antigos superouse acudindo aos datos que as investigacións en paleoclimatoloxía xeraron en Galicia. Xa na nosa era, e ata a sistematización do uso de instrumentos meteorolóxicos no século XIX, a investigación é arquivística. Os diarios de viaxeiros, os datos das confrarías, os arquivos eclesiásticos e as historias locais foron as fontes sobre as que se baseou a análise desenvolvida neste libro. Nunha época máis recente, os rexistros derivados do uso científico de instrumental meteorolóxico e os avances nas ciencias relacionadas co clima provocan o nacemento de institucións específicas para a obtención, tratamento e análise dos datos meteorolóxicos e climáticos. De novo, Galicia non podía ser unha excepción, como ilustra a posta en marcha do servizo meteorolóxico galego, MeteoGalicia, cunha forte aposta tecnolóxica polas infraestruturas coa adquisición dun radar

meteorolóxico no 2008 e pola modelización do clima. Neste senso, a Consellaría de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible impulsou no ano 2007 o estudo denominado *Avaliación das evidencias e impactos do cambio climático en Galicia (CLIGAL)*. Este estudo, no que participan preto de cen investigadores pertencentes a catorce institucións de investigación galegas, sentará as bases sobre as que se construírán os programas de adaptación ao cambio climático.

MANUEL VÁZQUEZ FERNÁNDEZ  
Conselleiro de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible

## 5. Paleoclimatoloxía

PABLO RAMIL REGO, LUIS GÓMEZ-ORELLANA  
CASTOR MUÑOZ-SOBRINO

### Introdución

A alternativa á medida directa das diferentes variables climáticas son os proxy data: datos recompilados polos paleoclimatólogos a partir de rexistros naturais da variabilidade climática e que abarcan dende datos de tipo histórico (por exemplo, a partir de arquivos da produción anual ou dos cambios nos tipos de cultivos pódense reconstruír cambios na temperatura media dun territorio) ata rexistros isotópicos procedentes de arrecifes de coral (a partir dos cales se poden reconstruír variacións relativas da temperatura da auga), pasando polo estudo dos aneis de crecemento das árbores, a análise do aire, o po e os isótopos de osíxeno atrapados nos xeos permanentes (xa sexa en glaciares de montaña ou en casquetes polares), ou o estudo dos sedimentos mariños ou de tipo continental (que entre outros restos poden incluír pole fósil, diatomeas, dinoflaxelados, coleópteros, outros pequenos invertebrados, moluscos, etc).

Nas últimas décadas empregáronse técnicas isotópicas para a determinación das paleo-temperaturas, recorrendo para iso a rexistros obtidos nos fondos oceánicos. Unha vez extraída do leito mariño unha columna de sedimentos, analízanse as proporcións de isótopos de osíxeno procedentes das cunchas dos foraminíferos, organismos integrantes do plancto ou do bentos e que se van depositando nos fondos a medida que morren. As variacións temporais da proporción de isótopos de osíxeno permiten construír gráficas en que os picos altos e baixos representan os distintos estadios isotópicos, designados con números pares nos casos dos máis fríos e con impares para os máis cálidos.

As reconstrucións de paleo-temperatura isotópica mostran as tendencias xerais do clima terrestre, xa que as grandes variacións de temperatura teñen a súa orixe na irradiación solar que recibe o noso planeta e que vén modulada pola propia traxectoria orbital da Terra, que segue, con máis ou menos precisión, períodos cíclicos de aproximadamente cen mil, corenta mil e vinte mil anos. En consecuencia, as periodizacións baseadas na paleo-temperatura isotó-

pica constitúen un estándar ou estratotipo global, ou de magnitude, polo menos hemisférica (West, 1989; Larsen et al., 1995; Walker et al., 1999).

Nas zonas setentrionais do planeta, a sucesión de estadios isotópicos conduce á existencia de longos períodos de dominio das condicións frías (estadiais), con acumulo de xeo nos océanos e nas zonas montañosas, e retracción, ou no seu caso desaparición, territorial das biocenoses mesófilas e termófilas. Mentres, os períodos cálidos (interestadiais) supoñen unha fusión significativa das masas de xeo, reducíndose a presenza de elementos criófilos e expandíndose os de carácter mesófilo e termófilo.

Paralelamente, a intensificación dos estudos de carácter botánico, zoolóxico, cronolóxico e sedimentolóxico propiciou o desenvolvemento dunha serie de bioestratotipos ou litoestratotipos de carácter rexional, baseados en eventos unicamente aplicables a áreas xeográficas afíns e soamente comparables a partir dos estratotipos globais (Frenzel, 1978; West, 1989; Larsen et al., 1995). A pesar diso, en determinadas ocasións estes tipos estratigráficos rexionais son empregados como base para a localización ou recoñecemento de acontecementos climáticos, botánicos ou zoolóxicos, observados en áreas con escasas analoxías bioxeográficas cos territorios para os que foron definidos e sen considerar as características botánicas, sedimentolóxicas, zoolóxicas, etc. que levaron á súa enunciación.

## **Os dominios de clima tropical e subtropical**

A era Cenozoica abarca dous períodos: o Terciario, subdividido á vez en Paleóxeno (65-23,5 Ma) e Neóxeno (23,5-1,64 Ma) [Ma = millóns de anos]; e a etapa máis recente da historia da Terra, o Cuaternario, que inclúe á vez outras dúas épocas: o Plistoceno (1,64-0,10 Ma) e o Holoceno (<10 ka) [ka = miles de anos]. Dende o final do Mesozoico (Cretáceo Superior 90,0-65,0 Ma) e ata mediados do Terciario establécese un longo período de grande estabilidade xeolóxica e ambiental no planeta, que determinará a existencia no continente europeo de grandes períodos en que dominan os ambientes tropicais e subtropicais. A vexetación do continente europeo, do mesmo xeito que o resto das áreas emerxidas do planeta, estará conformada por elementos con grandes follas, aplanadas, coriáceas e perennes (tipo lauroide), que constitúen a denominada paleoflora ou xeoflora tropical. Xunto a eles, en menor proporción, atópanse elementos de follas igualmente aplanadas pero caducas, que representan a paleoflora arctoter-

ERA ERA-TEMA	PERÍODO SISTEMA	ÉPOCA SERIE	TIEMPO (m. a.)		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO			
		PLEISTOCENO	SUPERIOR	0,01	
			MEDIO	0,12	
			INFERIOR	0,70	
	TERCIARIO	NEÓGENO	PLIOCENO	SUPERIOR	1,64
				INFERIOR	2,5
			MIOCENO	SUPERIOR	5,3
				MEDIO	
		INFERIOR		23	
		PALEÓGENO	OLIGOCENO		36,5
			EOCENO		53
	PALEOCENO		65		

Figura 5.1 Cronoloxía dos períodos xeolóxicos dos últimos 65 millóns de anos

ciara, que dende o inicio do Terciario terán unha progresión non lineal sobre o territorio europeo.

A partir do Mioceno rexístranse importantes modificacións na órbita da Terra, na disposición das masas continentais e na concentración do ozono atmosférico; de modo que, globalmente, estas variacións repercutiron de forma significativa no clima e na dinámica dos ecosistemas. A uniformidade climática e a existencia de longos períodos con predominio de ambientes tropicais e subtropicais, dando paso a unha complexa fragmentación climática dos continentes, con amplos gradientes e variantes ambientais entre os dominios tropicais e polares.

A información sobre o Terciario da Península Ibérica, e de xeito concreto de Galicia, resulta aínda insuficiente para abordar unha análise exhaustiva dos cambios climáticos e

paisaxísticos. Os rexistros do Paleóxeno (65-23 Ma) son escasos e restrínxense maioritariamente ás actuais concas de Cataluña, nas que se reflicte o dominio da vexetación paleotropical, cunha importante representación de fentos, coníferas e unha escasa representación de elementos arctoterciarios.

Ao comezo do Neóxeno (Mioceno Inferior 23-16 Ma), o sur do continente euroasiático mostraba unha conexión entre os océanos Atlántico e Índico, debido á existencia do mar do Tethys. Como consecuencia desta disposición paleoxeográfica, as condicións climáticas na maior parte da Península Ibérica foron de tipo subtropical monzónico, con invernos húmidos e veráns secos. Esta alternancia de estacións provocou que as formacións dominantes aparecesen conformadas por especies que presentaban o seu período de abscisión foliar no verán, a diferenza do que ocorre na actualidade, vexetación de carácter subtropical que substituíu os elementos tropicais que se expandiron nas etapas iniciais do Cenozoico.

Distintos depósitos ibéricos mostran a presenza de restos de bosques subtropicais compostos por grandes coníferas (*Tetraclinis*, *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Pinus*, *Picea*, *Calocedrus* e *Juniperus*) e especies caducifolias de menor tamaño (Caesalpiniaceae, Rhamnaceae, Celastraceae, etc.) xunto con especies características de formacións riparias representadas por unha mestura de taxons de carácter lauroide (Lauraceae, Sterculiaceae, Caesalpiniaceae e Myricaceae) e elementos arctoterciarios (*Juglans*, *Populus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*).

Na década dos anos sesenta, Medus (1965) realizou o estudo sedimentolóxico e paleobotánico de diversas conchas cenozoicas de Galicia (As Pontes, Meirama, Xinzo de Limia), que foron atribuídas ao Neóxeno. As análises polínicas mostran unha gran diversidade de especies, cun gran desenvolvemento de ximnospermas (*Pinus*, *Cedrus*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Cryptomeria*, *Torreya*, *Taxodium*, etc.) e anxiospermas arctoterciarias (*Quercus*, *Castanea*, *Morus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Carya*, etc.), xunto cun reducido número de elementos tropicais entre os que se atopaban varias *Palmaceae*, como *Sabal* (actualmente restrinxida a Centroamérica) e *Gronophyllum* (cuxos representantes vivos se atopan confinados en Nova Guinea e Papúa).

O Mioceno Medio (11-16 Ma) caracterízase pola formación dun casquete de xeo sobre o continente antártico, á vez que se perde a comunicación entre o Tethys e o océano Índico, debido ao choque da Península Arábiga con Eurasia. Posteriormente, no Mioceno Superior (11-3,4 Ma), o mar de Tethys péchase, reduce a súa superficie dividíndose en varias cubetas hipersalinas que volven abrirse posteriormente ao Atlántico. As consecuencias de todos estes eventos son un cambio climático en toda a Europa meridional, de forma que se substitúe o predominio rexional dos climas de carácter subtropical-monzónico polos de condicións tépedas, que nas áreas continentais, como é o caso dos territorios interiores da Península Ibérica, mostraban unha forte continentalidade durante a crise de salinidade, favorecendo o desenvolvemento de formacións de carácter xérico.

O último período do Terciario é o Plioceno (5,3-1,64 Ma). Este caracterizouse por un cambio nas correntes mariñas provocado pola formación do istmo de Panamá, que illou os océanos Atlántico e Pacífico. Este cambio de correntes mariñas trouxo consigo a formación do deserto do Sáhara e a instalación de condicións climáticas semellantes ás actuais na conca mediterránea. A finais do Terciario (Plioceno 5-2 Ma), a flora europea mostra claramente o declive dos elementos tropicais e subtropicais e o predominio absoluto dos diversos gru-



pos de flora arctoterciaria, da que xurdirán e se expandirán, ao longo do Cuaternario, os grupos florísticos actualmente dominantes no territorio europeo.

Os rexistros dispoñibles na Península Ibérica mostran a desaparición dos taxons tropicais característicos do inicio do Terciario inicial, como é o caso da familia *Taxodiaceae*, e, xa que logo, a desaparición dos bosques pantanosos de coníferas. Na zona norte persisten aínda formacións boscosas subtropicais de carácter lauroide (*Laurus*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Benzoin*), xunto con formacións de taxons caducifolios mesófilos (*Fagaceae*) e elementos de tipo mediterráneo, mentres que nas áreas interiores predominan as condicións xéricas, que permiten o desenvolvemento de comunidades de *Caesalpinaceae* e *Fabaceae*, xunto con flora de tipo mediterráneo.

A información dispoñible para o NW Ibérico durante o Terciario permite descartar o dominio de condicións climáticas tropicais, así como a existencia de paisaxes conformadas por formacións de laurisilva. Aseveracións que sen fundamento científico aparecen recollidas en múltiples textos, onde ata se chega a considerar que as formacións de loureiros de carácter mesófilo, e en boa medida sinantrópicas, existentes na Illa de Cortegada constitúen un relicto das laurisilvas que dominaban a paisaxe do Terciario galego.

## **A sucesión de ciclos glaciario-interglaciario**

Dende finais do Terciario (<3,0-1,8 Ma), e ao longo do Cuaternario (1,8-0 Ma), o clima do planeta experimentará unha periódica irregularidade, establecéndose nas áreas afastadas da zona tropical unha sucesión, entre períodos fríos (glaciares), e outros máis térmicos (interglaciares) (fig. 5.2), mentres nas áreas tropicais esta sucesión conduciu á existencia de períodos térmicos de gran pluviosidade (pluviais), seguidos por outros máis secos (interpluviais).

Os modelos xeomorfolóxicos clásicos, baseados no estudo de rexistros sedimentolóxicos continentais (medios kársticos, abrigos rochosos, depósitos glaciais e periglaciais), establecían no contexto europeo a existencia de 4 grandes ciclos glaciares-interglaciares, relacionados directamente coas catro glaciacións alpinas (Günz, Mindel, Riss, Würm), dentro dos cales se recoñecían diversos subestadios de maior ou menor rigorosidade térmica, que presentaban importantes problemas no momento da súa identificación e sobre todo de correlación entre as distintas secuencias rexionais e subrexionais dispoñibles. A

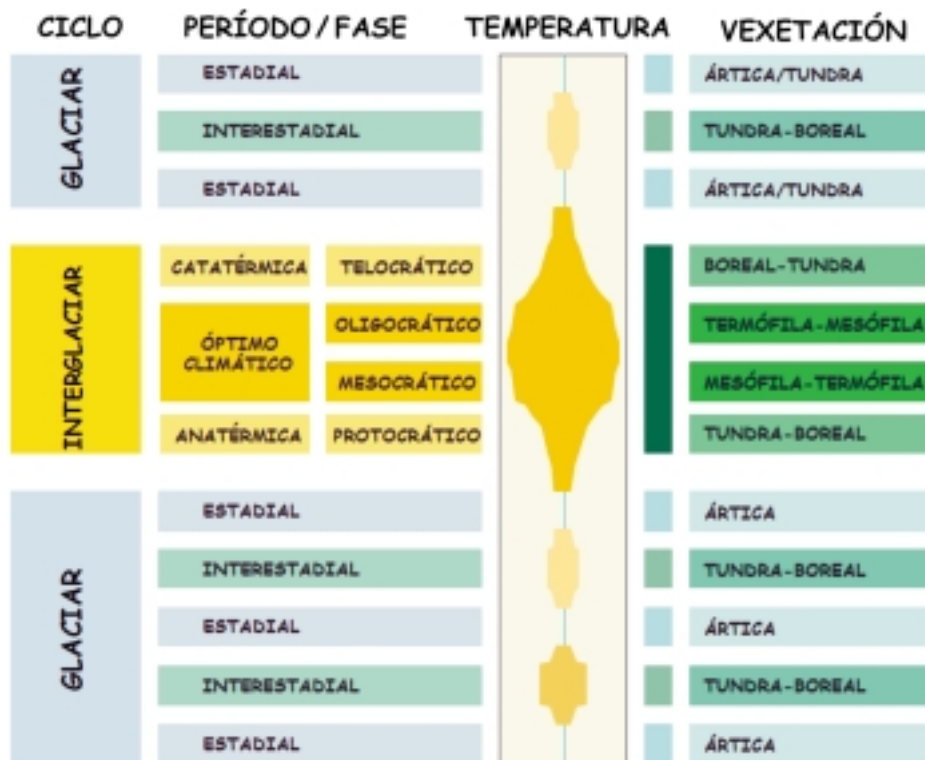


Figura 5.2 Dinámica xeral dos ciclos glacial-interglacial

partir da década dos oitenta, os estudos isotópicos dos foraminíferos bentónicos, que aparecen depositados nos sedimentos mariños, xeraron unha nova perspectiva para o desenvolvemento dos estudos paleoclimáticos e paleoecolóxicos.

Na actualidade considéranse os rexistros isotópicos do osíxeno ( $O_{18}$ ) como un indicador das variacións da temperatura global (Dansgaard et al., 1993), mentres que os cambios na concentración de metano, medidos nas burbullas de aire existentes nas columnas de xeo, poden ser un indicio indirecto das variacións de humidade nas latitudes medias (Chappellaz et al., 1993). A reconstrución do clima a nivel rexional e subrexional modúlase a través da información, igualmente indirecta, deducida dos cambios que experimentan as biocenoses, tanto a escalas de paisaxe (análises polínicas de turbeiras e lagoas), como en ámbitos territoriais de menor entidade (análise de diatomeas, foraminíferos e outros microorganismos pertencentes a biocenoses características de medios infralitorais, marismas, turbeiras, etc.).

No norte da Península Ibérica, os cambios experimentados nas reconstrucións paleoclimáticas supuxeron que tanto as secuencias rexionais baseadas na adaptación das alpinas (Menéndez-Amor & Florschütz, 1961; Torras, 1981) como as secuencias de carácter xeomorfolóxico-sedimentolóxico procedentes na súa maioría de contextos arqueolóxicos (Hoyos, 1981) fosen postas en dúbida (Sánchez-Goñi, 1991; Ramil-Rego, 1992) e posteriormente substituídas por novos modelos rexionais, integrados e coherentes coa dinámica climática global (Ramil-Rego, 1992; Gómez-Orellana, 2002; Ramil-Rego et al., 2005; Iriarte et al., 2005).

As periodizacións baseadas nos rexistros isotópicos do osíxeno identifican, dende finais do Terciario (<2,5 Ma), unha sucesión de ciclos climáticos glaciario-interglaciario, cunha duración de aproximadamente 40 000 anos. Esta situación mantense ao comezo do Cuaternario (1,8-1,5 Ma) para posteriormente aumentar a duración dos ciclos, que a partir dos 0,6 Ma manterán unha duración de aproximadamente 110-100 ka, cunha fase estadal, de arredor de 0,90 ka, e un período interglaciario de 0,1 ka. Periodicidade que se manterá ata a actualidade.

Froito diso, as reconstrucións paleoambientais do Cuaternario identifican no contexto europeo a existencia de polo menos 19 ciclos glaciarios-interglaciarios nos últimos 1,8 Ma. A información paleobotánica sobre os 17 primeiros ciclos glaciarios-interglaciarios resulta aínda moi escasa e descontinua no continente europeo para poder avaliar con precisión a dinámica climática e ambiental. Esta situación vese aínda máis agravada no norte da Península Ibérica, e de forma específica en Galicia, polo reducido número de depósitos dispoñibles, moitos dos cales presentan importantes limitacións para a aplicación de técnicas paleoecolóxicas. A situación adquire unha especial importancia, xa que a carencia de información afecta ao período en que se produce a colonización dos primeiros grupos humanos na Península Ibérica (Atapuerca 1,2 Ma) e en Galicia.

### **O penúltimo ciclo glaciario-interglaciario (Riss-Eemien)**

Na secuencia alpina, o penúltimo ciclo glaciario-interglaciario do Cuaternario recibe a designación de Riss-Eemien (aproximadamente 225 - 74 ka B.P.). O Riss identifícase co estadio isotópico 6 (OIS 6) e acéptase unha duración de entre 225-128 ka B.P. Tras o Riss, nas secuencias alpinas establecíase o interglaciario

Riss-Würm, que se empregaba para fixar o límite entre o Plistoceno Medio e o Plistoceno Superior.

Nas secuencias isotópicas, o período comprendido entre 128-74 ka B.P. corresponde ao estadio OIS 5, no cal se recoñecen 5 subestadios. O máis antigo (OIS 5e) abarca un período de doce mil anos (128-116 ka B.P.) e representa a fase de maior termicidade rexistrada tras o OIS 6 e que se identifica co interglaciar Eemien. Mentres que os outros catro (116-74 ka B.P.) se corresponden con dous períodos fríos (5d, 5b), menos rigoroso que o estadal do Riss, e intercalados entre dous períodos máis térmicos (5c, 5a), aínda que sen chegar a alcanzar os valores do 5e. Habitualmente, nas secuencias rexionais elaboradas no continente europeo, os subestadios 5d, 5c, 5b e 5a adóitanse considerar dentro do último ciclo glaciar-interglaciar, tal que se configura un período de fortes cambios climáticos designado como Prewürm.

Durante o Eemien a inclinación do eixe da Terra e a excentricidade da súa órbita era maior que a actual e o perihelio producíase, no hemisferio norte, durante o verán en lugar de no inverno como ocorre no actual interglaciar. Estas condicións determinaban que os contrastes estacionais fosen máis extremos que na actualidade. En definitiva, no hemisferio norte os veráns foron máis cálidos e os invernos máis fríos, co anticiclón dos Azores desprazado cara ás áreas continentais de Europa e África. Estímase que a temperatura chegou a ser de entre 1-2 °C superior á rexistrada no óptimo climático do Holoceno (hai 6 ka B.P.), á vez que se mantiña unha elevada taxa de humidade cara ás áreas continentais.

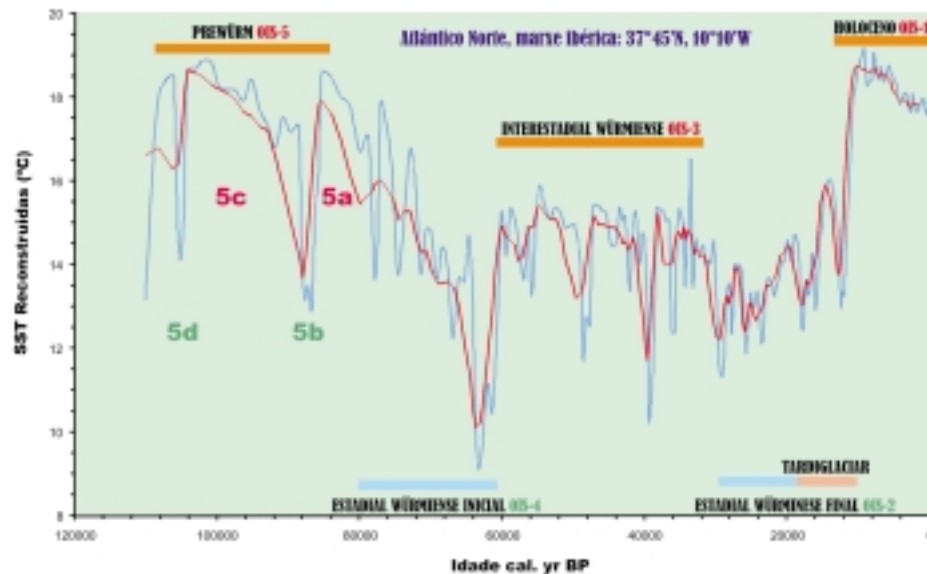
O incremento de temperatura do Eemien favoreceu a fusión dos xeos continentais, así como unha importante retracción dos casquetes glaciares da Antártida e Gronlandia, incrementouse en consecuencia o nivel do mar, que alcanzaría valores máximos en distintas áreas litorais do planeta de +6 m (Chapell e Shackleton, 1986) ou ata de +7 m (Bard et al., 1993). Nas costas españolas este límite vén acompañado dunha forte escarpa que se desenvolve entre os episodios mariños asociados ao final do estadio isotópico OIS 7 e aos do inicio do estadio isotópico OIS 5. O nivel do mar alcanzaría valores superiores aos 2-4 metros con respecto ao nivel actual.

As variacións do nivel mariño acaecidas durante o Eemien implicaron importantes cambios na configuración da liña de costa e, por conseguinte, na distribución espacial dos ecosistemas litorais. O litoral galego conserva un importante número de depósitos de praias de cantos e sistemas dunares fosilizados, localizados por debaixo de niveis atribuíbles cronoloxicamente ao esta-

dial do Würm e que poden ser atribuídos ao Eemiense. Os niveis de praia sitúanse altimetricamente entre cotas situadas ao mesmo nivel que alcanzan as preamares ordinarias, ata 1-2 metros por riba destes, mentres que os restos de sistemas dunares fosilizados superan claramente esta cotas, ao corresponder en moitos casos a parte de sistemas dunares remontantes.

Os sistemas dunares manterían unha importante vexetación herbácea e arbustiva, así como ata arbórea nas áreas máis estables en contacto cos medios terrestres. O desenvolvemento dos sistemas dunares actuaría como barreira, impedindo ou retardando a drenaxe das áreas continentais, o que favorecería a formación de extensos humidais costeiros, que, dependendo do seu ciclo hidrolóxico e da salinidade das súas augas, albergarían distintos ecosistemas.

Durante o Riss-Eemien prodúcese en todo o continente europeo unha importante expansión territorial dos grupos humanos, durante un período en que os grupos de neanderthais estabilizan as súas características anatómicas. Tal expansión quedou de manifesto pola abundancia de xacementos arqueolóxicos, tanto en abrigos e covas, como ocupacións ao aire libre. Estes últimos



**Figura 5.3** Reconstrución das variacións de temperatura superficial (SST) no Atlántico Norte durante o último ciclo glaciar (azul) e curva de tendéncia expresada como as medias móbiles de cinco datos (vermello). Datos tomados de Bard, E., 2003, *North-Atlantic Sexa Surface Temperature Reconstruction*, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2003-026. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA

resultan abundantes en Galicia, sobre todo no litoral galego (Baixo Miño e na Mariña lucense) e en menor medida nas áreas sublitorais, onde os restos líticos se atopan depositados na maioría dos casos en niveis cronoloxicamente discordantes coa súa idade real (sedimentos holocenos ou ata terciarios).

### **O ciclo glaciar-interglaciar actual (Würm-Holoceno)**

Os modelos paleoclimatolóxicos dividen o último ciclo glaciar-interglaciar do Cuaternario nunha gran fase, o Würm (117 - 10 ka B.P.), e unha fase interestadial de aproximadamente 10 000 anos de duración, o Holoceno. O Würm dende un punto de vista climático e ecolóxico adoita dividirse en 5 grandes períodos. O seu inicio (Prewürm OIS 5d a 5a) corresponde a un período complexo no que se suceden fases cálidas, con predominio de formacións arbóreas na paisaxe, e fases máis frías, nas que predominan as formacións herbáceas e arbustivas, aínda que sempre de menor intensidade que as que caracterizan os estadiais. Posteriormente establécense dúas grandes fases con condicións extremadamente frías, nas que a vexetación arbórea reduce considerablemente a súa importancia na paisaxe, ou ata chega a desaparecer totalmente de amplas áreas, como é o caso das zonas montañosas. Estes episodios ou fases estadiais (OIS 4 e OIS 2) aparecen separados por un período de maior termicidade, no que de novo se suceden pequenas fases cálidas, xunto con outras máis frías. Este período de gran complexidade recibe o nome de Interestadial Wurmense (OIS 3).

A área comprendida entre a Serra do Xistral e o litoral da Mariña alberga unha gran diversidade de depósitos orgánicos activos e fósiles, que permiten reconstruír con precisión a dinámica climática e paisaxística do territorio ao longo do último ciclo glaciar-interglaciar do Cuaternario. A secuencia rexional aquí establecida (Ramil-Rego, 1992) é utilizada como referencia para outros territorios con características bioxeográficas semellantes.

### **Prewürm (OIS 5d, 5c, 5b, 5a)**

As diferentes reconstrucións climáticas elaboradas a partir das variacións isotópicas  $O^{16}/O^{18}$  recoñecen que ao comezo deste período glaciar (Würm) houbo unha sucesión de curtas fases de maior termicidade (interestadiais),

separadas por outras con condicións frías (estadiais) correspondentes aos estadios isotópicos 5d, 5c, 5b, 5a, que en conxunto constitúen a transición entre o Interglaciario Eemiense (OIS 5e) e as condicións estadiais do Würm (OIS 4), que se designou como Prewürm ou Würm antigo nos territorios continentais de Europa.

As paleosecuencias oceánicas obtidas en sondaxes situadas no Atlántico Norte, a unha latitude similar á do litoral galego, indican que a temperatura superficial do océano chegou a alcanzar no Prewürm valores máximos próximos aos 18 °C, equivalentes aos rexistrados no Holoceno, aínda que é certo que durante este período tamén parecen existir un certo número de oscilacións frías, con descensos de temperatura de ata 4 °C.

Nas áreas continentais os niveis correspondentes ao Prewürm son moi escasos en toda Europa, xa que a maior parte dos ambientes máis favorables para a acumulación de sedimentos desta época foron asolagados e erosionados por transgresións mariñas máis recentes. Nos territorios cántabro-atlánticos soamente se dispón de dous rexistros, ambos os dous situados na área litoral: Area Longa (Fazouro, Foz) e o da Franca en Asturias. O nivel máis extenso e potente é o de Area Longa, soamente observable en mareas vivas, en períodos en que os sedimentos turbosos non aparecen cubertos por areas ou cantos de cuarcitas.



Figura 5.4 Panorámica xeral dos perfís da praia de Arealonga

As análises paleobotánicas realizadas en Area Longa (Gómez-Orellana et al., 1996, 1997, 2007) indican que a paisaxe das áreas sublitorais estaba conformada por bosques caducifolios, que incluírían tanto especies mesófilas (carballos, bidueiros, abeleiras, faias, olmos, freixos e castiñeiros) e en menor medida termófilas (tileiros, carpes). As formacións boscosas coexistían na paisaxe con matogueiras dominadas por

uces (*Calluna*, *Erica*), xunto con especies características de humidais (*Sphagnum*, *Myrica*) e de medios de augas libres (*Potamogeton*).

A uceira será un elemento fundamental na paisaxe galega, común con outras áreas atlánticas, e claramente diferenciador fronte aos territorios continentais e mediterráneos da Península Ibérica. O papel que terán as uceiras e en xeral as matogueiras ao longo do Würm, e que probablemente se mantivo, nos ciclos previos, será determinante para a configuración de amplos rabaños de herbívoros, e por conseguinte a configuración do ecosistema.

Ao longo da secuencia obsérvase unha expansión dos elementos arbóreos máis fríos, os bidueiros chegarán a ser dominantes, para finalmente seren substituídos por formacións arbóreas nas que o pole de *Erica* e *Calluna* se fan hexemónicos. A dinámica reflicte unha secuencia climática de arrefriado, é dicir, a saída dunha fase máis térmica e o inicio dunha fase fría, probablemente o paso do OIS 5c ao OIS 5b, ou ata o paso do OIS 5a ao comezo do OIS 4.

### **Pleniglacial Würmiense inicial (OIS 4)**

O estadio isotópico 4 (74-59 ka BP.) marca un período de drásticos cambios climáticos e ambientais en todo o hemisferio norte ao reducirse a insolação estival e incrementarse a invernal. Ao comezo do período estadal redúcese dramaticamente a temperatura do océano, así na zona oceánica comprendida entre 40-45° de latitude norte, na que se encadra o territorio de Galicia, o descenso de temperatura superficial do océano é de case 10 °C. O descenso da temperatura supón a conxelación de amplas superficies do Atlántico Norte, así como o acumulo de xeo nas principais cadeas montañosas.

O cambio climático xerou importantes modificacións dos ecosistemas. En Galicia, os espectros polínicos dos niveis correspondentes ao Estadial Würmiense Inicial en Area Longa (Gómez-Orellana et al., 2007) xa aparecen dominados por especies herbáceas e por matogueiras. Tamén existen variacións significativas no relativo á vexetación acuática, o que, xunto co incremento das áreas e a diminución do contido total de materia orgánica do sedimento, indica un cambio cara a un período máis seco, con menor contribución de auga doce e escasa presenza de pole de especies arbóreas (dentro das cales só os piñeiros manteñen certa relevancia). Durante varios miles de anos os únicos cambios que se aprecian no rexistro do litoral lucense son a alternancia de períodos de dominio das uceiras con outras fases de predominio da vexetación herbácea,



fundamentalmente gramíneas. Dentro das especies arbóreas, os elementos máis abundantes son piñeiros e bidueiros, que toleran os ambientes fríos, xunto con salgueiros e freixos higrófilos.

### **Interstadial Würmiense (OIS 3)**

O estadio isotópico 3 (59-28 ka) representa un período de 35 000 anos cunha gran heteroxeneidade climática, no que se rexistran unha serie de fases con maior ou menor termicidade. A temperatura nas fases máis cálidas situaríase próxima aos 14 °C. A información obtida en Galicia permite establecer dentro do Interstadial Würmiense tres pulsacións de melloría climática (designadas como Fazouro I, Fazouro II e Baixo Miño) para o contexto galego, intercaladas con outros tantos episodios de deterioración climática (designadas como Xistral I, Xistral II e Xistral III). As pulsacións máis cálidas aquí rexistradas, en coherencia con outras secuencias europeas, determinan que a termicidade foi inferior á rexistrada nos subestadios máis térmicos do OIS5.

O incremento de temperatura e da humidade propiciou a retirada dos xeos e a subida do nivel do mar, que na área litoral de Galicia alcanzara as súas cotas mínimas durante o período estadal. A subida do nivel do mar reconfigura a distribución territorial tanto dos ecosistemas dunares como dos humidais que se desenvolven entre estas e as áreas continentais, os cales se ven favorecidos polo incremento das precipitacións. Os humidais adquiriron un papel relevante na configuración do espazo litoral galego e da súa expansión aínda son visibles restos de niveis orgánicos continentais nos depósitos localizados no actual bordo litoral de Oia, Corrubedo-Noia, Traba-Laxe, Razo-Barrañán, Burela-Foz, etc., e que aínda así se corresponden aos medios máis continentais, máis afastados do nivel do mar do Interstadial Würmiense.

Na paisaxe litoral e das áreas sublitorais mostrábase parcialmente arborado, o que favorecía a escorrentía das augas e a proliferación de humidais, aínda que a maior parte do territorio aparecía dominado por formacións de matogueiras (uceiras) e herbeiras, entre as que se intercalaban bosques de especies caducifolias. Os cambios climáticos rexistrados ao longo do Interstadial Würmiense determinarán cambios na configuración territorial e na composición das especies dominantes dos bosques. A elevada precipitación e humidade dos territorios litorais e sublitorais de Galicia determinará o predominio dos taxons caducifolios (*Quercus*, *Betula*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Castanea*,

*Corylus*, *Alnus*, *Salix*) fronte ás coníferas (*Pinus*, *Abies*) e aos perennifolios (*Ilex*, *Quercus ilex*), así como a escasa importancia dos elementos xéricos, fronte á maior significación que estes adquiren na paisaxe de territorios interiores de Galicia e ao predominio que mostran en áreas continentais da Península Ibérica ou do Centro de Europa (Muller, 2000).

Mentres que as especies vexetais que conforman a paisaxe vexetal de Galicia durante o Interestadio Würmiense manteñen unha correspondencia directa coas actuais, entre o continxente faunístico están presentes os últimos vestixios de elementos actualmente extintos ou que se atopan relegados aos territorios africanos. Así, na cova da Valiña (Castroverde, Lugo) recuperáronse (Fernández Rodríguez, 2000, 2005) restos óseos de hai máis de 30 000 anos ( $31\,730 \pm 2800/2110$  B.P. e  $34\,800 \pm 1900/1500$  B.P.). En xeral, dominan as especies representativas de espazos abertos herbáceos e de matogueiras: *Equus caballus* (cabalo), *Dicerorhinus* (rinoceronte), *Crocota crocuta* (hiena), *Hystrix* (porco espiño), *Oryctolagus cuniculus* (coello común), *Talpa europaea* (toupa común), *Pytimus lusitanica* (topillo ibérico), *Microtus oeconomus* (rato de tundra) e *Microtus nivalis* (ratilla nival), etc., aínda que tamén atopamos claros indicadores de zonas de bosque, por exemplo: *Glis glis* (leirón gris), *Sorex minutus* (musaraña) e *Sus scrofa* (xabaril), así como un pequeno grupo claramente relacionado con humidais: *Castor fiber* (castor), *Galemys pyrenaicus* (toupa de auga), *Arvicola sapidus* (rata de auga) e *Marmota marmota* (marmota alpina).

### **Pleniglacial Würmiense final (OIS 2)**

Durante o estadio isotópico 2 (28-16 ka B.P.), prodúcese un novo crecemento dos casquetes glaciares no hemisferio norte, alcanzando hai 18 ka B.P., o seu volume máximo no océano, feito que adoita identificarse coa súa maior acumulación en altas e medias latitudes do continente. Durante este período, as simulacións dos modelos de circulación atmosférica xeral sinalan como a posición da fronte polar ata os 16 000 anos se situaría no Atlántico Norte, no período invernal a unha latitude de 45° norte, estendéndose a súa influencia cara ao litoral Atlántico Ibérico arredor dos 40° de latitude N. Na área afectada pola fronte polar, a superficie do océano mantivo unha temperatura extremadamente fría, cunha baixa taxa de salinidade. Nos meses máis fríos boa parte da superficie do océano permanecía conxelada, formándose unha gran capa de xeo que se estendía dende os 50° N na zona central do océano Atlántico ata alcan-

zar o extremo occidental do litoral Cantábrico (Estaca de Bares) da Península Ibérica. Nos meses de verán a maior parte desta placa de xeo fundíase e os icebergs descendían cara a territorios máis meridionais.

Os modelos de circulación xeral suxiren para o Pleniglaciario un menor fluxo de humidade dende o océano cara ás áreas continentais que o existente na actualidade, o que determinou a existencia dun clima extremadamente frío,



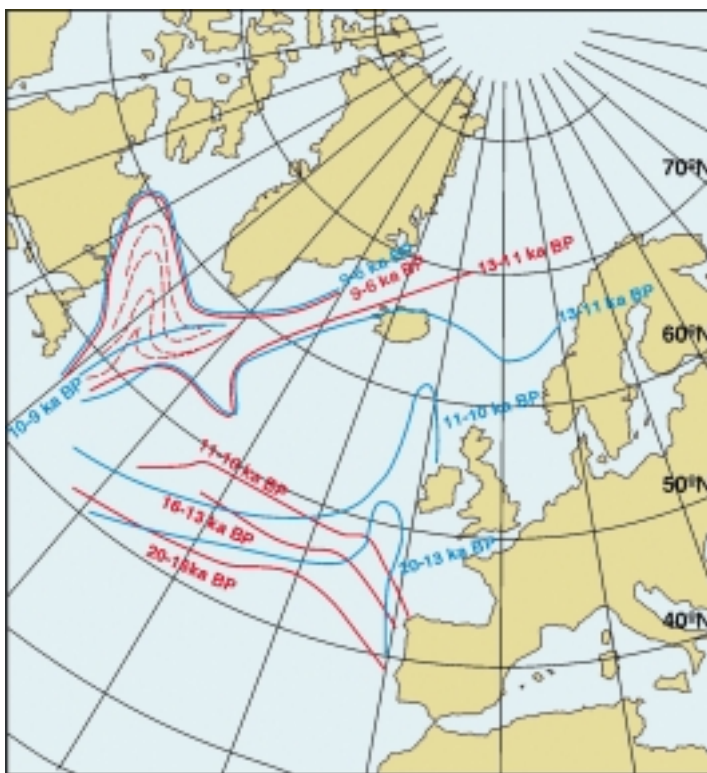
Figura 5.5 Perfil da praia de Sorrizo (Arteixo)

pero non seco, nas rexións litorais e sublitorais, mentres que nos territorios continentais a sequidade e o frío condicionaron progresivamente o ambiente. O gradiente climático determinou a acumulación de neve e xeo en sistemas montañosos sublitorais, a pesar de que a altitude de moitos deles sexa pouco importante (<900 m), mentres que nas áreas máis continentais a súa acumulación só foi posible nos somotes de maior altitu-

de, quedando grandes extensións inmersas nun ambiente extremadamente frío e árido, que podería correlacionarse cos actuais desertos fríos continentais.

Os diagramas polínicos procedentes de niveis turbosos localizados na actual área litoral de Galicia (Area Longa, Caamaño, Oia, Arteixo) mostran o predominio na paisaxe das formacións herbáceas (*Poaceae*), aínda que as matogueiras de uces e xenebreiros, así como as formacións boscosas manteñen unha presenza continua ao longo de todo o período. Por enriba destes depósitos, a 400 m sobre o actual nivel do mar, o diagrama de Río Boo, localizado no somote occidental da Serra do Xistral (1050 m), mostra unha paisaxe moi semellante ao evidenciado nas áreas de menor altitude. As áreas montañosas de maior altitude corresponderíanse con pisos dominados por procesos de xeo/desxeo e, en consecuencia, cunha vexetación moi aberta e efémera e por áreas cubertas por neves permanentes.

A crueza do estadal queda patente nas áreas continentais de Galicia pola abundancia de formas e depósitos de orixe glaciar e periglacial que aparecen repartidos nas principais unidades montañosas (cf. Pérez-Alberti, 2002; Pérez-Alberti et al., 2004). Procesos que igualmente tiveron un efecto moi significativo nas áreas que, como consecuencia do descenso do nivel do mar, configuraban o espazo litoral de Galicia. Así, grazas aos rexistros sísmicos de alta resolución (García-Gil et al., 1999), púidose identificar nas Rías Baixas a presenza dunha discontinuidade sedimentaria moi importante, atribuíble á baixa da relativa do nivel do mar ocorrida durante o último máximo glaciar. Esta superficie está localizada no teito das unidades sedimentarias correspondentes ao Plistoceno. Trátase dun paleo-relevo prominente, caracterizado pola existencia de incisións de canles fluviais. Xa que logo, este horizonte sería outra evidencia dos procesos erosivos que ocorrerían durante o último máximo glaciar, cando o nivel do mar se situaba como mínimo a uns 120 m por baixo do seu nivel actual (García-Gil, 2003) e o bordo litoral era bastante diferente, coas Rías Baixas totalmente emerxidas e a liña de costa desprazada cara ao oeste. García-García et al. (2005) identifican tamén esta superficie de discontinuidade na Ría de Vigo no teito dunha secuencia sedimentaria correspondente ao Plistoceno.



**Figura 5.6** Evolución da fronte polar nos últimos 20 000 anos (En vermello, datos de Rudymann & Macintyre, 1981, en azul, modificacións de Koc *et al.*, 1993, e Berger & Jansen, 1995)

## Tardiglaciar (final do OIS 2)

As secuencias obtidas a partir de rexistros oceánicos, glaciares ou sedimentos de turbeiras e lagoas coinciden en establecer entre o final do Würm (OIS 2) e o inicio do Holoceno (OIS 1) un período de melloría climática, o Tardiglaciar, no que se diferencian, nos estratotipos establecidos para os territorios do SW de Europa, dúas fases frías (Dryas antigo e Dryas recente), separadas por unha única etapa temperada, o Interestadio Tardiglaciar (De Beaulieu et al., 1988; Pons & Reille, 1988; Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego et al., 1996, 1998; Muñoz Sobrino, 1997, 2001, 2003, 2004; etc.).

A problemática xorde cando se intenta establecer unha cronoloxía común para este período e para as distintas fases que engloba. As secuencias oceánicas mostran importantes cambios da posición da fronte polar e, por conseguinte, das augas extremadamente frías. A final do Würm situábase dende os 40° de latitude norte na costa de Portugal (ao norte de Lisboa) ata os 42-43° de latitude no centro do océano Atlántico. Durante o Dryas antigo (16-13 ka B.P.), a fronte ascende ata situarse na área continental nas proximidades da desembocadura do Miño (42° N), mentres que no centro do océano Atlántico fíxase a súa posición sobre os 46-47° de latitude norte. No Interestadio Tardiglaciar (13-11 ka B.P.), a fronte polar retírase ata as costas de Islandia e Escandinavia. Finalmente, no Dryas recente (11-10 ka B.P.) volven descender, sitúanse á altura de Cabo Ortegal na área continental e a 50° de latitude norte no centro do océano Atlántico (Ruddiman & McIntyre, 1981).

Nas secuencias continentais, a cronoloxía e periodización do Tardiglaciar establécense en relación coa dinámica forestal, que segue un modelo xeral nas distintas rexións xeográficas, pero mantén características propias, tanto na cronoloxía dos principais eventos como na das especies que os conforman.

Nas áreas continentais do NW ibérico, os rexistros existentes na zona litoral-sublitoral mostran ata o 16 ka B.P. a primacía das formacións herbáceas e arbustivas, e manteñen as formacións de arboredos un papel aínda secundario na paisaxe. Os rexistros atribuídos ao Interestadio Tardiglaciar correspóndense ao final desta fase (12-11 ka B.P.) e mostran un incremento das formacións de arboredos, con predominio de elementos mesófilos (*Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Castanea*, etc.) e presenza de *Pinus*. Posteriormente, durante o Dryas recente, os bosques sofren un novo retroceso, mentres se expanden de novo as formacións herbáceas e arbustivas.

As secuencias das rexións montañosas orientais e meridionais de Galicia resultan claramente distintas. Durante o estadal, e probablemente ata o 18 ka B.P., as áreas de maior altitude estiveron cubertas permanentemente polos xeos. A partir do 17,5 ka B.P., o nivel das neves perpetuas redúcese e deixa ao descuberto pequenas cubetas en que se acumula auga, conformando pequenos humidais e iniciando a sedimentación de materiais inorgánicos e posteriormente orgánicos. Nas montañas do Courel (1620 m de altitude máxima) a sedimentación lacustre iníciase hai 17,5 ka na Lagoa de Lucenza, situada a 1375 m de altitude, o que relega o nivel de neves perpetuas, nesta unidade montañosa, a unha zona altimétrica de menos de 245 m.

En canto ás condicións rexistradas nos ambientes mariños, as reconstrucións elaboradas a partir das secuencias estratigráficas procedentes das Rías Baixas establecen que a dinámica xeral durante a maior parte do período tardiglaciario sería transgresiva, cun ascenso progresivo do nivel do mar, ata situarse en cotas próximas aos -40 m durante as últimas etapas do Interestadial Tardiglaciario. A partir dos datos de rexistros sísmicos calculouse que durante a fase álxida do Dryas Recente o nivel do mar podería des-

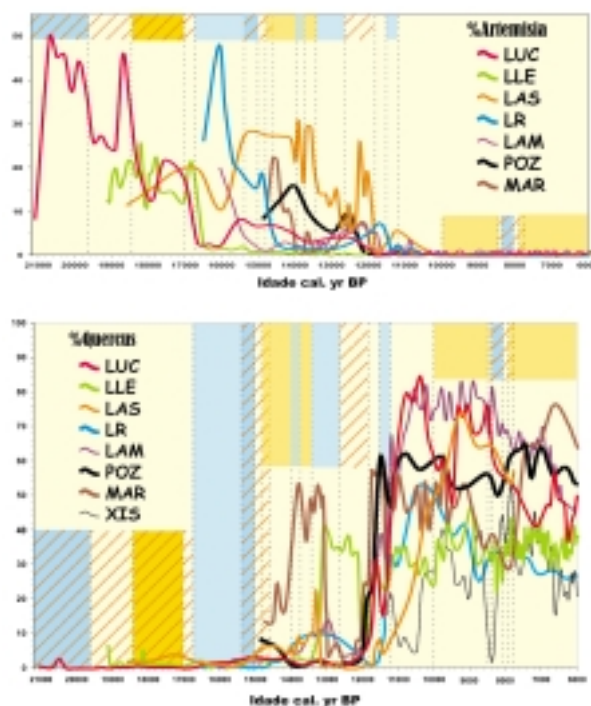


Figura 5.7 Substitución de taxóns criófilos (*Artemisia*) polos mesófilos (*Quercus*) a finais do Tardiglaciario en diferentes localizacións galegas

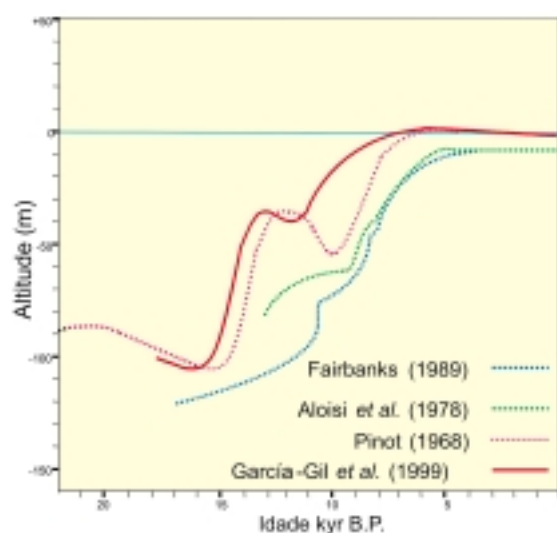
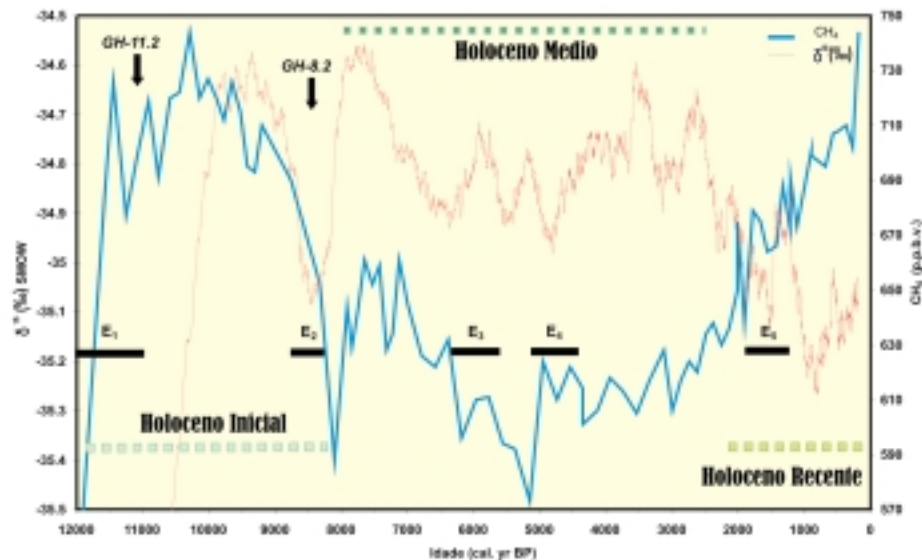


Figura 5.8 Curva de variacións relativas do nivel do mar nas Rías Baixas dende o último máximo glaciario. (Modificado de García-Gil, 2003)

cender novamente ata situarse a uns -55 m con respecto ao seu nivel actual (García-Gil, 2003; García-García et al., 2005).

## O interglaciar actual, o Holoceno

O período posglaciar (Holoceno) iniciouse hai aproximadamente 10 000 anos. En termos climáticos definíronse tres fases. Unha inicial (10-7 ka B.P.), que representa un período de continuas modificacións ambientais pero que, globalmente, supuxo o arrefecemento progresivo das augas mariñas e dos territorios emerxidos adxacentes. A continuación, rexístrase unha fase intermedia tépeda, o óptimo climático posglaciar (7-2,5 ka B.P.), momento en que se alcanzaron as fases de maior temperatura no SW de Europa e que, nos territorios de marcado carácter oceánico, caracterizouse, ademais, por unhas condicións especialmente húmidas. Para rematar, o holoceno recente (2500-0 B.P.), que podería definirse como unha sucesión de períodos ou subfases frías e cálidas que acabaron derivando cara ás condicións actuais.



**Figura 5.9** Concentracións de  $\text{CH}_4$  e  $\delta^{18}\text{O}$  rexistradas no core GRIP durante o Holoceno (Johnsen et al., 1992). A curva de  $\delta^{18}\text{O}$  represéntase cunha resolución media de 100 yr. E1 a E5 son as fases de erosión para o noroeste ibérico definidas por van Mourik (1986). (Modificado de Muñoz Sobrino et al., 2005)

A comparación entre os rexistros obtidos en Galicia durante o Terciario cos atribuídos en diferentes períodos do Plistoceno Superior e do Holoceno permite constatar a existencia de refuxios locais para un gran número de especies de flora, áreas en que se mantivo un importante cortexo florístico ata o período actual. Os datos paleobotánicos evidencian, xa que logo, o carácter indíxena dun gran número de elementos arbóreos (*Quercus tp robur*, *Quercus tp ilex*, *Betula*, *Catanea*, *Alnus*, *Corylus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinea*, etc.), aos que habería que unir un elenco de elementos, que aínda que non foron aínda identificados no rexistro paleobotánico (*Woodwardia*, *Culcita*, *Vandesboschia*), a súa presenza actual en Galicia soamente pode explicarse pola existencia dos devanditos refuxios (cf. Ramil-Rego, 1992; Muñoz Sobrino, 2001).

#### a) Eventos climáticos abruptos durante o Holoceno Inicial

No Atlántico Norte, os rexistros isotópicos dos fondos oceánicos mostran dende o final do Tardiglaciari aumentos cíclicos na concentración de partículas procedentes da fusión dos icebergs, que permiten identificar unha sucesión de fases frías (1-2 °C), que se repiten aproximadamente cada 1500 anos. Ao longo da fase inicial do Holoceno (10-7 ka B.P.), algunhas das secuencias polínicas obtidas en Galicia rexistran entre dous episodios abruptos de detrimento do pole arbóreo de elementos mesófilos e incremento dos taxa herbáceos e arbus-tivos, que poden ser correlacionados con episodios fríos descritos orixinalmente nas secuencias de xeo de Gronlandia (Walter et al., 1999).

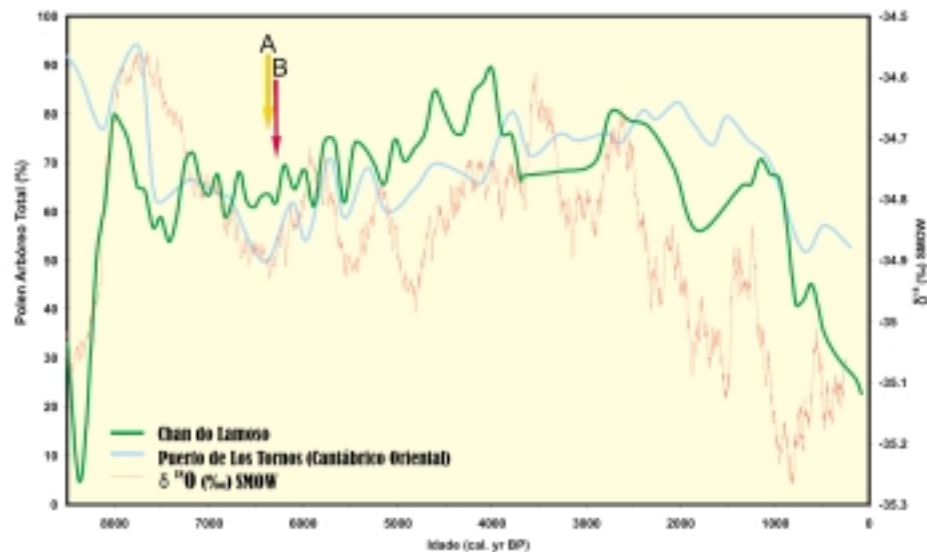
O primeiro destes eventos é datado entre o 9,8-9,6 ka B.P. e obsérvase nas secuencias polínicas procedentes das áreas montañosas un detrimento da representación das formacións arbóreas mesófilas (*Quercus*) e un incremento dos elementos criófilos (*Poaceae*, *Betula*, *Pinus*), xunto con repuntes dos elementos crioxéricos (*Artemisia*). Este episodio frío debeu ter unha incidencia máis ou menos acusada nos territorios do NW ibérico, cuxo efecto máis relevante seguramente consistiu na retardación da propagación dos bosques caducifolios, tanto nalgúns áreas montañosas (en especial as máis setentrionais) como nos territorios interiores máis próximos á Meseta Setentrional (Muñoz Sobrino et al., 2005).

O segundo dos eventos abruptos fríos ten unha breve duración [7,4-6,8 ka B.P.] e en boa medida foi o resultado dos cambios que os episodios finais da



deglaciación en Norteamérica (coa intrusión de grandes cantidades de auga doce procedentes do desxeo) provocaron na circulación do Atlántico Norte (Birks & Koç, 2002). A súa presenza nos rexistros galegos evidénciase especialmente nas montañas setentrionais. Nesta área, o inicio da expansión arbórea do Holoceno é paralela coa aparición de grupos de cazadores-recolectores, que sitúan os seus campamentos en pequenos abrigos rochosos entre os 600-800 m. Os rexistros polínicos mostran que o maior número de xacementos ocupados coincide cunha fase de dominio da vexetación arbórea na paisaxe. A medida que se desenvolve o evento frío, os abrigos rochosos van quedando desocupados e, a partir do  $7300 \pm 160$  B.P., as evidencias de poboación humana son reducidas, limitándose ás áreas máis protexidas e de menor altitude.

En Galicia este episodio é rexistrado nitidamente nos rexistros turbosos da Serra do Xistral,  $7785 \pm 50$  B.P. en Chan do Lamoso (Ramil-Rego, 1992), e  $7725 \pm 50$  B.P. nos Montes do Buiro (Van Mourik, 1986). Inicialmente este evento foi interpretado (Van Mourik, 1986; Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego et al., 1993) con anterioridade á publicación da secuencia de xeo de Gronlandia (Walter et al., 1999) e, de acordo cos modelos vixentes (Ruddiman & McIntyre, 1981), como un episodio de orixe antrópica, ao testemuñarse unha grande



**Figura 5.10** Resumo do rexistro polínico da turbeira de Chan do Lamoso, Ferreira do Valadouro, Lugo. Altitude 1039 m. (Modificado de Ramil-Rego, 1992)

abundancia de restos de madeiras carbonizadas, fundamentalmente de carballos e abeleiras, nos paleosolos atribuídos a este período. Na actualidade (Muñoz Sobrino et al., 2005) considérase que os detrimentos da vexetación arbórea acaecidos durante este evento responden a unha modificación abrupta do clima, fronte á cal os poboadores da montaña responderon incrementando a acción deforestadora e o uso do lume ata que finalmente abandonaron os asentamentos.

### b) O óptimo climático do Holoceno (Holoceno Medio)

O Óptimo Climático do Holoceno establécese entre o 7-2,5 ka B.P., identificando nel tres grandes fases, unha inicial de carácter cálido entre 7-6,5 ka, seguida por unha fase fría entre 7,4-5,5 ka B.P. e finalmente unha nova fase cálida, entre 5,5-2,5 ka B.P. En moitas das periodizacións establecidas no Holoceno, a última fase cálida adoita considerarse integrada dentro da Neoglaciación.

O Óptimo Climático caracterízase en todo o NW Ibérico, do mesmo xeito que na maioría das secuencias dispoñibles para o SW europeo, polo predominio das formacións de arboredos na paisaxe. Ao comezo desta fase, a maior parte do territorio galego xa aparecía cuberta por comunidades arbóreas, entre as que predominan os taxons caducifolios, fundamentalmente *Quercus*, mentres que a presenza dos piñeirais se reduce substancialmente na maioría das áreas bioxeográficas.

Ao longo da fase fría (7,4-6,3 ka B.P.), modificaríase a nivel local ou subrexional a configuración altitudinal da vexetación, propiciando nalgunhas áreas a expansión dos bosques de carácter montano ou, se é o caso, a expansión das formacións de matogueiras, máis ou menos abertos, sobre áreas ocupadas por bosques mesófilos. Un exemplo da expansión dos bosques montanos apréciase na Serra do Xistral, onde a turbeira do Porto da Gañidoira (Ramil-Rego et al., 1993) rexistra, ao final da primeira fase térmica e durante a fase fría intermedia, un período de expansión do bidueiral, o cal chega a invadir inicialmente a área ocupada pola turbeira, na que se puideron recuperar diversos troncos, ramas e raíces datadas en  $6895 \pm 50$  B.P. O dominio do bidueiral manterase ata o  $3735 \pm 40$  B.P., grazas ao descenso de humidade que se mantén nesta fase fría.

### c) A Neoglaciación

O termo neoglaciación fai referencia a unha serie de episodios de reactivación dos depósitos glaciares en Norteamérica (Porter & Denton, 1967) datados entre 5500 B.P. e o inicio do século xx da nosa era (1900 A.D. = Anno Domini). Dende un punto de vista climático, o período mostra unha gran heteroxeneidade, con fases de maior ou menor temperatura, aínda que a tendencia xeral é un descenso da temperatura dende o máximo do Óptimo Climático do Holoceno.

A división dos períodos e fases da Neoglaciación realízase no continente europeo a través de datos dendroclimáticos, correlacionados con secuencias isotópicas, rexistros polínicos e de microfósiles, así como con información histórica e xeomorfolóxica. Frecuentemente, para a designación dos eventos climáticos recórrese ao emprego de referencias a eventos históricos, que poden mostrar unha cronoloxía cultural diferente entre distintos territorios, como é o caso da Idade do Ferro ou da propia Romanización, e poden xerar un certo grao de confusión na interpretación das secuencias.

O inicio da Neoglaciación (Neogl-I)<sup>1</sup> inclúe unha fase cálida entre aproximadamente 5,5-4,6 ka B.P. que frecuentemente foi incluída dentro do

---

1. A metodoloxía reflicte a dificultade de establecer unha periodización global, ou polo menos aplicable ás grandes biorrexións do continente europeo. Esta dificultade débese en gran parte a que nas áreas máis meridionais do continente, como é o caso de Galicia, o período coincide cun incremento progresivo da acción humana sobre o ecosistema. Así, a partir do 3500 B.P., as perturbacións antrópicas adquiren unha grande intensidade na parte do territorio galego, agás nas áreas montañosas de maior altitude. As deforestacións, os incendios, as transformacións de hábitats naturais por espazos agrarios, etc., modificarán dramaticamente a paisaxe de Galicia antes da invasión romana, afectando dende as áreas litorais ata as áreas montañosas de baixa altitude. A reducida poboación que habita os castros antes da romanización, en comparación coa actual, xerará con todo unha importante pegada ecolóxica, provocando que a superficie ocupada polos bosques se reduciase en moitas áreas a valores semellantes ou ata inferiores que os rexistrados durante o período estadal do Würm. O empeño deforestador e transformador que caracteriza o designado como «período castrexo» en Galicia (Idade de Bronce e Idade de Ferro) manterase durante a invasión romana. Posteriormente, as crises políticas e as invasións acaecidas na Alta Idade Media reducirán a presión humana sobre a paisaxe, que volverá con todo a incrementarse e facerse preponderante a partir da Baixa Idade Media e incrementarse aínda máis nos períodos sucesivos ata a actualidade. A xeneralización das perturbacións humanas determina que o sinal climático apareza interferido rexionalmente por un forte sinal antrópico, que impide en moitos casos a súa correcta determinación e valoración. A esta dificultade habería que unir a propia alteración que derivada da devandita actividade antrópica sofren os depósitos e rexistros susceptibles de ser empregados para o estudo paleoclimático do período neoglaciario.

Óptimo Climático do Holoceno. O final deste evento vén marcado por un importante detrimento da temperatura. En Galicia este período inclúe importantes cambios na ocupación humana, que van dende a adopción da agricultura e gandaría no territorio, ata o desenvolvemento das ocupacións calcolíticas (4,2-3,7 ka B.P.). Durante esta fase cálida rexistrábase en Galicia os primeiros testemuños da adopción da agricultura, marcados pola presenza de pole de cereal e o incremento das especies sinantrópicas 5,7-5,4 ka B.P. A adopción da agricultura, con elementos provenientes na súa maioría do Crecente Fértil, debeu ter, a pesar das características cálidas da fase, importantes limitacións para a súa implantación, o que en boan medida explicaría o seu escaso e descontinuo rexistro, así como a importancia que adquiren nos xacementos neolíticos as especies gandeiras e o mantemento das prácticas de caza e recolección de especies silvestres.

A segunda fase Neogl-II situaríase aproximadamente entre 4,6-3,1 ka B.P. e foi designada como «Período Frío da Idade do Ferro» (IAGE). No seu inicio rexistrábase un episodio frío e posteriormente incrementábase as temperaturas ata alcanzaren a fase subseguinte. En Galicia este evento coincide co desenvolvemento final do Calcolítico (ca. 4,2-3,7 ka B.P.) e o inicio da Idade do Bronce (ca. 3,7-2,3 ka B.P.). Os cambios culturais xeran un incremento progresivo da acción humana sobre a paisaxe, sobre todo nas áreas litorais e nos territorios interiores de baixa altitude, onde a agricultura adquire aos poucos un papel máis predominante, e deixa durante a Idade do Bronce unha importante e significativa pegada no territorio. A situación é, con todo, diferente na áreas montañosas da Galicia oriental, onde os rexistros indican unha fase de estabilidade nos bosques rexionais, o que descarta deterioracións ambientais notables, sexa por causas humanas e/ou climáticas. Durante a Idade do Bronce reestrutúrase o patrón de ocupación humana, concentrándose en poboados fortificados, con grandes murallas terrixenas e cercos, os castros, cuxos habitantes exercen unha crecente presión sobre o ecosistema, tanto nas áreas litorais como nos territorios interiores de baixa e media altitude.

Tras a fase fría da Idade de Ferro (Neog-II), produciríase unha nova fase cálida (Neog-III), que se encadraría entre 3,1-2,2 ka B.P. e que coincide cronoloxicamente co auxe do Imperio Romano, polo que adoita designarse como «Período Cálido Romano», aínda que en Galicia a presenza do invasor romano non se producirá ata o ano 2,087 B.P. (137 B.C. = 137 antes de Cristo).

O episodio de maior termicidade parece restrinxirse ao período 3,1-2,6 ka B.P., para posteriormente descender e dar paso á seguinte fase. En Galicia,

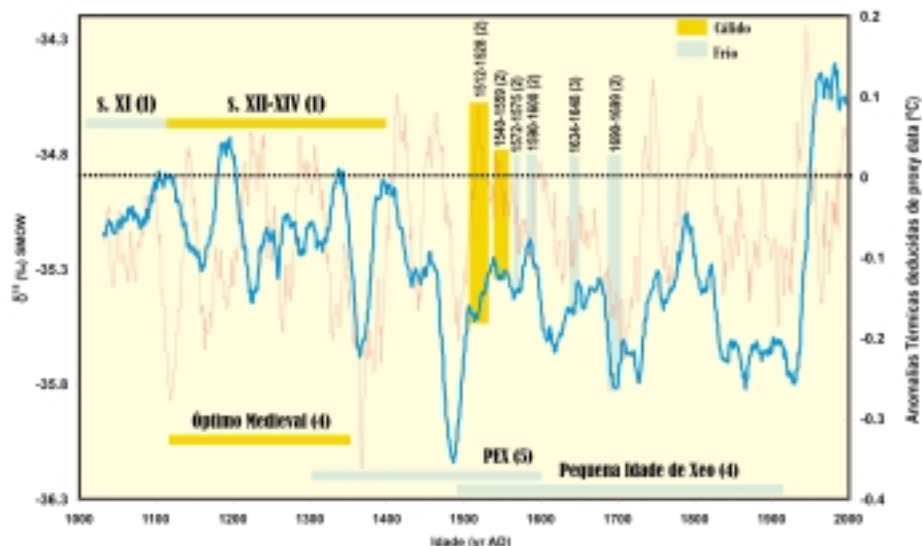
a melloría climática favorecerá o desenvolvemento da actividade agrícola e gandeira. A agricultura mostra unha notable semellanza entre as distintas áreas, baseada no cultivo de cereais, fundamentalmente trigos hexaploides (*Triticum aestivum*) e tetraploides (*Triticum dicoccum*, *Triticum spelta*). As cebadas, xunto ao painzo e as aveas completan a produción de cereais, que foi complementada coa das leguminosas, onde as fabas (*Vicia faba var celtiberica nana*) serán dominantes, e en menor medida os chícharos. A abundancia das fabas entre as leguminosas marca a separación da agricultura coa da área máis continental. E o carácter igualmente indíxena queda manifestado polo cultivo de verzas e o aproveitamento de froitos silvestres, fundamentalmente de landras.

Entre o 2,2 ka B.P. e o ano 1850 A.D. rexistrárase unha nova fase fría (Neog-IV), que engloba polo menos dous episodios en que o descenso da temperatura adquiriría unha maior notoriedade. O primeiro destes eventos correspóndese co Episodio Frío da Idade Media (Neog-IVa), establecido entre o 400-1050 A.D. Ao que lle segue, entre 1100-1250 A.D., un episodio de incremento de temperatura, o denominado Óptimo Climático Medieval (Neog-IVb). Finalmente prodúcese un novo evento frío (Neog-IVc), que é denominada como Pequena Idade do Xeo (PIX), que abarca o período comprendido entre 1300-1850 A.D.

Coincidindo co inicio de fase Neog-IV (400 B.C. – 400 A.D.), produciuse a invasión romana a Galicia (inicio da ocupación militar entre o ano 137 B.C. = 137 antes de Cristo, e o ano 25 B.C. que correspondería coa batalla de Monte Medulio). Durante a romanización producírase unha progresiva deterioración das condicións climáticas, en relación ás reinantes na Idade do Ferro, que persistirán ata a chegada das primeiras invasións xermánicas e a institución do Reino Suevo da Gallaecia, coa proclamación de Hemerico (409 A.D.).

O clima frío de Galicia durante o dominio romano non debeu ser un factor favorable para a aplicación das técnicas e cultivos imperantes nos territorios máis cálidos do imperio. Así en Galicia, como no resto do extremo NW ibérico, manteranse, sen apenas variación, os cultivos existentes no período anterior, do mesmo xeito que os aproveitamentos dos recursos naturais. Non hai constancia da introdución de novos cultivos agrícolas en Galicia durante a ocupación romana e menos aínda de dúas das especies características da cultura agrícola romana: a vide e a oliveira.

As condicións climáticas empeoran ao longo do Episodio Frío Medieval (Neog-IVa), establecido entre o 400-1050 A.D. (séculos v-xi), aínda que as condicións non deberon ser moi duras ao permitir a navegación tanto dos pobos do



**Figura 5.11** Datos históricos dispoñibles para os territorios Cántabro-Atlánticos do noroeste ibérico (1: Fontana Tarrats, 1977; 2: Font Tullot, 1988) e a Meseta Norte (3: Rodrigo et al., 1998) en comparación cos cambios de temperatura (azul, Mann et al., 1998) e eventos climáticos (4: Mann et al., 1998) propostos para o Hemisferio Norte durante os últimos mil anos; a curva de  $\delta^{18}O$  do core GRIP (en vermello, cunha resolución temporal media de 30 yr; Johnsen et al., 1992) (Modificado a partir de Muñoz Sobrino et al., 2005)

norte cara aos confíns do decadente Imperio Romano, ou mesmo ata América, onde os viquingos establecen a súa presenza en Gronlandia entre o 900-1020 A.D. As condicións favorables para a navegación e expansión cara a novos territorios foron igualmente aproveitadas polos árabes, que baixo a dinastía Omeya inician a ocupación do Occidente do Mediterráneo (700 A.D.) e avanza cara ao norte tras penetrar pola Península Ibérica (711 A.D.).

En Galicia, durante este episodio frío, instáurase o Reino Suevo (409-585 A.D.) para posteriormente anexionarse o territorio galego ao Reino Visigodo (585-720 A.D.) e finalmente aos reinos de Asturias (722-910) e León (>910 A.D.). Neste mesmo período prodúcense as incursións viquingas, que alcanzan Galicia polo menos en tres momentos; 846-861 A.D., 966-971 A.D. e 1008-1038 A.D., e cuxa presenza no sur de Europa foi interpretada tanto como unha consecuencia dun arrefriado climático que determinou a súa migración cara ao sur como dun episodio de melloría que propiciou a súa navegación polo océano Atlántico.

Entre as especies introducidas cabe destacar o centeo, cereal que mostra unha mellor adaptación a condicións frías e húmidas que o trigo e a ceba-

da, e que logrará unha rápida difusión no territorio, converterase no cereal característico das áreas de montaña da provincia de Lugo e Ourense.

O castiñeiro, especie nativa de Galicia, non tivo durante a Idade Bronce-Ferro e a Romanización un aproveitamento como froito. A presenza de restos leñosos é mesmo pouco frecuente. Tras a chegada dos suevos a Galicia, os diagramas polínicos mostran unha fase de difusión contra o 535 A.D. e posteriormente unha fase de expansión que se iniciaría a partir do 968 A.D., que marcan o inicio rexional do seu cultivo, probablemente coa incorporación de exemplares ou pés provenientes doutras terras.

A mediados do século VII rexístrase en moitos territorios ibéricos unha gran seca que determinará un importante descenso na produción agrícola e xa que logo a escaseza de alimentos. Este evento climático emprégase para explicar o abandono dos bérberes do norte da Península, que se retiran definitivamente dos territorios de Galicia no ano 755 A.D., iniciándose unha nova colonización do territorio polos godos. A partir do ano 740-750 A.D., a cidade de Lugo, que se atopaba «desértica» tras as incursións sarracenas, é colonizada polo bispo Odoario, e iníciase a plantación de «vides e pomares», para cubrir as necesidades do culto. As referencias ao cultivo da vide no testamento do bispo Odoario constitúen a proba histórica máis antiga sobre o cultivo de vide en Galicia.

O Óptimo Climático Medieval (Neog-IVb), estableceríase entre o 1100-1250 A.D. (século XII-XIII), durante o cal algunhas das zonas do continente europeo, especialmente os territorios máis setentrionais, experimentarían os momentos máis cálidos rexistrados nos últimos 4000 anos. Na actualidade considérase que este evento non ten unha significación global, aínda que en Europa aparece amplamente documentado. En Galicia o seu inicio coincide coa chegada do Císter e a refundación dos primeiros mosteiros adscritos a esta regra (Oseira, 1141 A.D. Sobrado dos Monxes, 1142 A.D.), a designación de Xelmírez como primeiro arcebispo de Santiago (1120 A.D.) e a proclamación de Afonso Henriques como Rei de Portugal (1130 A.D.). As ordes cistercienses favoreceron a difusión e expansión da vide, o centeo e a oliveira, así como dun gran número de especies froiteiras e de hortalizas.

A este período, e en boa medida á acción das primeiras ordes monásticas, pódese atribuír a configuración da paisaxe agraria e cultural de Galicia, que se manterá mesmo sen apenas grandes modificacións ata a Idade Contemporánea (cf. Bouhier, 1979; Ramil-Rego et al., 2005). Á actividade colonizadora das ordes monásticas débese igualmente a incorporación de novos cultivos e das técnicas de explotación recompiladas inicialmente polos agraris-

tas gregos e romanos, xunto con outras vinculadas aos pobos xermánicos e en menor medida das áreas africanas e asiáticas. A cronoloxía para a difusión e expansión dalgunhas especies está aínda en fase de estudo.

A terceira subfase (Neog-IVc), denominada como Pequena Idade do Xeo (PIX), abarca o período comprendido entre 1300/1350 A.D. e finalizaría arredor do 1850 A.D. Nela recoñécense distintos eventos en que se producen valores máis baixos de temperatura e que son datados a finais do século xv, primeiras décadas do século xvii e primeira metade do século xix, e que se relacionan con mínimos de actividade solar, concentración atmosférica de gases invernadoiro e aerosois estratosféricos de procedencia volcánica (episodios de Spörer, Maunder e Saltón). De tales episodios o máis intenso foi o de Maunder (século xvii), ben detectado nos glaciares alpinos. Na Europa continental, a PIX seguramente foi un fenómeno exclusivamente invernal, xa que non se detecta nos rexistros estivais (Pfister, 1985). A partir de diferentes metodoloxías propuxéronse descensos de temperatura de entre 1,0 e 1,5 °C con respecto á actualidade (Druffel, 1982; Grove, 1988), aínda que traballos máis recentes propuxeron un descenso medio máis modesto, de menos de 1,0 °C para o conxunto do hemisferio norte (Mann et al., 1998, 1999).



## Referencias bibliográficas

- BARD, E.; STUIVER, M. & SHACKLETON, N. J. (1993). «How accurate are our chronologies of the Past?». In EDDY, J.A. & OESCHGER, H.: *Global changes in the perspective of the Past*: 109-120. John Wiley & Sons Ltd.
- BEAULIEU, J.L. DE & REILLE, M. (1988). «Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation». *Cahiers de Micropaléontologie* 3 (4): 5-36. 27-32.
- BIRKS, C.J.A. & KOÇ, N. (2002). «A high-resolution diatom record of late-Quaternary sea-surface temperatures and oceanographic conditions from the eastern Norwegian Sea». *Boreas* 31: 323-344.
- BOUHIER, A. (1979). *La Galice: essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agraire*. Imprimerie Yonnaise La Roche-sur-Yon (Vendée) et Université de Poitiers. Poitiers. Tome I, II.
- CHAPPELLAZ J. A.; BLUNIER, T.; RAYNAUD, D.; BARTOLA, J. M.; SCHWANDER, J. & STAUFFER, B. (1993). «Synchronous changes in atmospheric CH<sub>4</sub> and Greenland climate between 40 and 8 kyr b.p.». *Nature* 366: 443-445.
- DANSGAARD, W.; JOHNSEN, S.J.; CLAUSEN, H.B.; DAHL-JENSEN, D.; GUNDESTRUP, N.S.; HAMMER, C.U.; HVIDBERG, C.S.; STEFFENSEN, J.P.; SVEINBJÖRNSDÓTTIR, A.E.; JOUZEL, J. e BOND, G.C. (1993). «Evidence for general instability of past climate from a 250 kyr ice-core record». *Nature* 264: 218-220.
- DRUFFEL, E. M. (1982). «Banded corals: changes in Ocean carbon-14 during the Little Ice Age». *Science* 218: 13-19.
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C. (2000). *Los macro-mamíferos en los yacimientos arqueológicos del Noroeste peninsular; un estudio económico*. Tese Doutoral. Faculdade de Xeografía e Historia. Universidade de Santiago. Santiago.
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C. (2005-2006). «La arqueozoología en el Noroeste de la Península Ibérica: historia de las investigaciones». *Munibe*. Homenaje a Jesús Altuna. 57/1: 511-523. Donostia.
- FONT TULLOT, I. (1988). *Historia del Clima en España: Cambios climáticos y sus causas*. 297 pp. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- FONTANA TARRATS, J. M. (1977). *Historia del clima del Finis-Terrae gallego*. 127 pp. F. Tarrats. Madrid.
- FRENZEL, B. (1978). «The history of the flora and vegetation during the Quaternary». *Progress in Botany* 40: 429-438.

- GARCÍA-GARCÍA, A.; GARCÍA-GIL, S. & VILAS, F. (2005). «Quaternary evolution of the Ría de Vigo, Spain». *Marine Geology* 220: 153-179.
- GARCÍA-GIL, S.; VILAS, F.; ACOSTA, J.A.; RECIO, E. & UCHUPI, A. (1999). «Quaternary Sedimentation in the Ría de Pontevedra (Galicia), NW Spain». *Journal of Coastal Research* 15: 1083-1090.
- GARCÍA-GIL, S. (2003). «A natural laboratory for shallow gas: the Rías Baixas (NW Spain)». *Geomarine Letters* 23: 215-229.
- GÓMEZ-ORELLANA, L. (2002). *El último Ciclo Glaciar-Interglaciar en el litoral del NW ibérico: Dinámica climática y paisajística*. Tese Doutoral. Universidade de Santiago. Lugo.
- GÓMEZ-ORELLANA, L.; RAMIL-REGO, P. & MUÑOZ SOBRINO, C. (1996). «Cronología y dinámica de los humedales y lagunas existentes en las depresiones sedimentarias de Galicia». In RUIZ ZAPATA, B. (ed.): *Estudios Palinológicos*. Universidad de Alcalá de Henares, pp. 63-68.
- GÓMEZ-ORELLANA, L.; RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ SOBRINO, C. (1997). «Modelos de transición entre el pleniglaciar Würmiense final y el Tardiglaciar en los sectores litorales y montañosos del NW de la Península Ibérica». In RODRÍGUEZ VIDAL, J. (ed.): *Cuaternario Ibérico. Asociación de Estudios Cuaternarios*. Huelva, pp. 339-345.
- GÓMEZ-ORELLANA, L.; RAMIL-REGO, P. & MUÑOZ SOBRINO, C. (2007). «The Würm in NW Iberia, a pollen record from Area Longa (Galicia)». *Quaternary Research* 67: 438-452.
- GRIP MEMBERS (1993). «Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core». *Nature* 364: 203-207.
- GROVE, J. M. (1988). *The Little Ice Age*. 498 pp. Cambridge University Press. Cambridge.
- IRIARTE, M. X.; GÓMEZ-ORELLANA, L.; MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & ARRIZABALAGA, A. (2005). «La dinámica de la vegetación en el NW peninsular durante la transición del Paleolítico Medio al Paleolítico Superior». *Museo de Altamira. Monografías*. N.º 20: 231-253. Santander.
- LARSEN, E.; SEJRUP, H. P.; JOHNSEN, S. J. & KNUDSEN, L. K. (1995). «Do Greenland Ice Cores Reflect NW European Interglacial Climate Variations». *Quaternary Research* 43: 125-132.
- MANN, M. E.; BRADLEY, R. S. & HUGHES, M. K. (1998). «Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries». *Nature* 392: 779-787.
- MANN, M. E., BRADLEY, R. S. & HUGHES, M. K. (1999). «Northern Hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations». *Geophysical Research Letters* 26: 795-762.
- MARGALEF, R. (1956). «Paleoecología postglacial de la Ría de Vigo». *Inv. Pesq.* 5: 89-112.

- MARTÍNEZ CORTIZAS, A.; RAMIL-REGO, P.; GARCÍA-RODEJA, E. & MOARES, C. (1993). «Suelos de montaña y ciclos de estabilidad/inestabilidad en las vertientes de Galicia (NW España)». In PÉREZ, A.; GUITIÁN, L. & RAMIL, P. (eds.): *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*, 107-123. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & FLORSCHÜTZ, F. (1961). «Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. Resultado del análisis palinológico de algunas series de muestras de turba, arcilla y otros sedimentos en los alrededores de: I. Puebla de Sanabria (Zamora); II. Buelna (Asturias), Vivero (Galicia) y en Levante». *Estudios Geológicos*. Instituto Lucas Mallada, CSIC, XVII: 83-99.
- MÜLLER, U. C. (2000). «A Late-Pleistocene pollen sequence from the Jammertal, south-western Germany, with particular reference to location and altitude as factors determining Eemian forest composition». *Vegetation History and Archaeobotany* 9: 125-131.
- MUÑOZ SOBRINO, C. (2001). *Cambio climático y dinámica del paisaje en las montañas del noroeste de la Península Ibérica*. Tese Doutoral. Universidade de Santiago. Lugo.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, 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. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. A. (2001). «Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacialinterglacial transition». *Veget. Hist. Archaeobot.* 10: 7-21.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (2003). «La vegetación postglaciar en la vertiente meridional del Macizo del Mampodre (Sector Central de la Cordillera Cantábrica)». *Polen* 13: 31-44.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (2004). «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». *Veget. Hist. Archaeobot.* 13: 1-22.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (2005). «Palynological data about major Holocene climatic events in NW Iberia». *Boreas* 34: 381-400.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; GARCÍA-GIL, S.; DíEZ, J.B. & IGLESIAS, J. (2007). «Palynological characterization of gassy sediments in the inner part of Ría de Vigo (NW Spain). New chronological and environmental data». *Geo-Mar. Lett.* 27: 289-302.
- PÉREZ ALBERTI, A.; VALCÁRCEL DÍAZ, M. & BLANCO CHAO, R. (2004). «Glacial events in the western Iberian Mountains». In EHLERS, J. & GIBBARD, P. L. (eds.): *Quaternary Glaciations – Extent and chronology*. Elsevier.

- PÉREZ-ALBERTI, A. (2002). «Análisis geomorfológico y evolución paleoclimática de Galicia durante el Terciario y Cuaternario». *Semata* 13: 11-66.
- PETIT, J. R.; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; BARKOV, N.I.; BARNOLA, J.-M.; BASILE, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVIS, M.; DELAYGUE, G.; DELMONTTE, M.; KOTLYAKOV, V. M.; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V. Y.; LORIUS, C.; PÉPIN, L.; RITZ, C.; SALTZMAN, E. & STIEVENARD, M. (1999). «Climate and atmospheric history of the past 420.000 years from the Vostok ice core, Antarctica». *Nature* 399: 429-436.
- PFISTER, C. (1985). *Climhist, a weather data bank for Central Europe 1525 to 1863*. Meteotest. Bern.
- PONS, A. & REILLE, M. (1988). «The Holocen and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a New Study». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66: 243-263.
- PORTER, S.C. & DENTON, G.H. (1967). «Chronology of the neoglaciation in the North American Cordillera». *American Journal of Science* 265: 177-210.
- RAMIL-REGO, P. (1992). *La vegetación cuaternaria de las Sierras Septentrionales de Lugo a través del análisis polínico*. Tese Doutoral. Universidade de Santiago. Santiago.
- RAMIL-REGO, P. (1993). «Evolución climática e historia de la vegetación durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno en las regiones montañosas del Noroeste Ibérico». In PÉREZ, A.; GUITIÁN, L. & RAMIL, P. (eds.): *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. 25-60.
- RAMIL-REGO, P.; TABOADA CASTRO, M. T. & AIRA RODRÍGUEZ, M. J. (1993). «Estudio palinológico y factores de formación de la turbera de Gañidoira (Lugo, España)». In FUMANAL, M. P. & BERNABEU, J. (eds.): *Estudios sobre Cuaternario: Medios Sedimentarios, Cambios Ambientales, Hábitat Humano*. Universidad de Valencia Asociación Española para el Estudio del Cuaternario. 191-197.
- RAMIL-REGO, P.; GÓMEZ-ORELLANA, L.; MUÑOZ SOBRINO, C. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. A. (1996). «Valoración de las secuencias polínicas del Norte de la Península Ibérica para el último ciclo glacial interglaciar». In RAMIL-REGO, P. e FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C. (eds.): *Arqueometría y Paleoecología del Norte de la Península Ibérica. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas*. Fervedes 3: 33-116.
- RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ SOBRINO, C.; RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. & 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.; IRIARTE, M.J.; MUÑOZ SOBRINO, C. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (2005). «Cambio climático y dinámica temporal del paisaje y de los hábitats en las eco-regiones del NW de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior». *Munibe*. Homenaje a Jesús Altuna. 57/1: 537-551. Donostia.

- RAMIL-REGO, P.; RODRÍGUEZ-GUITIÁN, M. A.; RUBINOS, M.; FERREIRO, J.; HINOJO, B.; BLANCO, J. M.; SINDE, M.; GÓMEZ-ORELLANA, L.; DÍAZ, R. & MARTÍNEZ, S. (2005). «La expresión territorial de la biodiversidad: Paisajes y Hábitats». *Recursos Rurais. Serie Cursos. 2*: 109-128.
- RUDDIMAN, W. F. & MCINTYRE, A. (1981). «The north Atlantic Ocean during the last deglaciation». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 145-214.
- RUDDIMAN, W. F.; SANCETTA, C. D. & MCINTYRE, A. (1977). «Glacial/Interglacial reponse rate of subpolar North Atlantic waters to climatic change: the record in oceanic sediments». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B.* 280: 119-142.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1991). *Analyses palynologiques des remplissages de grotte de Lezetxiki et Urtiaga (Pays Basque espagnol). Leur place dans le cadre des sequences polliniques de la côte cantabrique et des Pyrénées occidentales*. These. Museum National d'Histoire Naturelle. Paris.
- TORRAS TRONCOSO, M. L. (1982). *Aplicación del análisis polínico a la datación de paleosuelos en Galicia*. Tese Doutoral. Facultade de Bioloxía. Universidade de Santiago de Compostela.
- VAN MOURIK, J. M. (1986). «Pollen profiles of slope deposits in the Galician area (N.W. Spain)». *Nederlandse Geografische Studies* 12: 1-171.
- WALKER, M. C. J.; BJÖRCK, S.; LOWE, J. J.; CWYNAR, L. C.; JOHNSEN, S.; KNUDSEN, K. L. & WOHLFARTH, B. (1999). «Isotopic "events" in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene». *Quat. Sci. Rev.* 18: 1143-1150.
- WEST, R. G. (1989). «The use of type localities and type sections in the Quaternary, with especial reference to East Anglia». In ROSE, J. & SCHLÜCHTER, C. (eds.): *Quaternary Type Sections: Imagination or Reality?*: 3-10. A.A. Balkema. Rotterdam.



