



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA**

PALEOAMBIENTE Y ANTROPIZACIÓN EN ASTURIAS DURANTE EL HOLOCENO

Lourdes López Merino
MEMORIA DE TESIS DOCTORAL

Enero de 2009



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA**

Este trabajo ha sido dirigido por **José Antonio López Sáez**, Doctor en Ciencias Biológicas y Científico Titular del G.I. Arqueobiología del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y tutelado por **Fátima Franco Múgica**, Doctora en Ciencias Biológicas y Profesora Contratada Doctora de la Universidad Autónoma de Madrid; y ellos

HACEN CONSTAR:

Que la Tesis Doctoral que lleva por título *Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno*, presentada por **Lourdes López Merino**, ha sido realizada en el G.I. Arqueobiología del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dentro del Programa Interuniversitario de Doctorado en Ecología y Medio Ambiente, bajo su dirección y tutela y que, a su juicio, reúne los requisitos necesarios para su defensa y aprobación.

Madrid, 8 de enero de 2009

José Antonio López Sáez
(Director)

Fátima Franco Múgica
(Tutora)

La Directora del Departamento de Ecología,

Begoña Peco Vázquez



Dña. **Begoña Peco Vázquez**, Directora del Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid, en nombre de la Comisión de Doctorado del Departamento de Ecología

HACE CONSTAR:

Que la Tesis Doctoral que lleva por título *Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno*, presentada por **Lourdes López Merino**, ha sido realizada en el G.I. Arqueobiología del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dentro del Programa Interuniversitario de Doctorado en Ecología y Medio Ambiente, y que, a su juicio, reúne los requisitos necesarios para su defensa y aprobación.

Madrid, 8 de enero de 2009

La Directora del Departamento de Ecología,

Begoña Peco Vázquez

Índice

Índice.....	I
Índice de Figuras.....	IV
Índice de Tablas.....	X
Índice de Fotos.....	XI
Agradecimientos.....	XII
Relación de proyectos que han financiado esta Tesis Doctoral.....	XIV
Resumen / Abstract.....	XV
1. Introducción.....	1
1.1. El análisis paleopalinológico.....	2
1.2. El ser humano y el medio ambiente.....	3
1.3. Objetivos.....	5
2. Medio físico y geográfico de Asturias.....	7
2.1. Situación geográfica.....	7
2.2. Marco geológico y geomorfológico.....	7
2.3. Características bioclimáticas.....	10
2.4. Principales tipos de suelos.....	10
3. Bosques de Asturias.....	15
3.1. Formaciones planocaducifolias.....	15
3.2. Formaciones marcescentes.....	19
3.3. Formaciones perennifolias.....	20
4. Antecedentes paleobotánicos del Holoceno asturiano.....	23
4.1. Registros litorales y prelitorales.....	23
4.2. Registros en valles y montañas interiores.....	39
4.3. Registros en la Cordillera Cantábrica.....	43
4.4. Características, limitaciones y ubicación de los registros asturianos.....	52

5. Material y métodos.....	55
5.1. La toma de muestras palinológicas.....	55
5.1.1. Yacimiento arqueológico: <i>villa</i> romana de Veranes.....	56
5.1.2. Sedimentos turbosos: Las Dueñas, Monte Areo y Alto de la Espina.....	56
5.1.3. Sedimentos lacustres: Lago Enol.....	58
5.2. Descripción del sedimento y obtención de las muestras.....	60
5.3. Tratamiento químico de las muestras.....	60
5.4. Dataciones radiocarbónicas.....	62
5.5. Identificación microscópica.....	63
5.5.1. Microfósiles polínicos.....	63
5.5.2. Microfósiles no polínicos.....	63
5.6. Elaboración y representación de los datos palinológicos.....	64
5.7. Interpretación de los datos palinológicos.....	65
5.8. Modelos de edad de los registros continuos.....	66
5.9. Análisis de rarefacción: la diversidad del registro fósil.....	66
6. Resultados e interpretación de las secuencias.....	69
6.1. Turbera litoral de Las Dueñas.....	69
6.1.1. Introducción.....	69
6.1.2. Área de estudio.....	69
6.1.3. Material estudiado.....	72
6.1.4. Resultados.....	72
6.1.5. Interpretación y discusión de la secuencia.....	83
6.1.6. Conclusiones.....	88
6.2. Turbera prelitoral de Monte Areo.....	89
6.2.1. Introducción.....	89
6.2.2. Área de estudio.....	90
6.2.3. Material estudiado.....	94
6.2.4. Resultados.....	94
6.2.5. Interpretación y discusión de la secuencia.....	105
6.2.6. Conclusiones.....	111
6.3. Yacimiento arqueológico de Veranes.....	113
6.3.1. Introducción.....	113
6.3.2. Área de estudio y contexto arqueológico.....	116
6.3.3. Material estudiado.....	116
6.3.4. Resultados.....	118
6.3.5. Interpretación y discusión de las muestras.....	127
6.3.6. Conclusiones.....	131
6.4. Turbera interior de El Alto de la Espina.....	133
6.4.1. Introducción.....	133
6.4.2. Área de estudio.....	134
6.4.3. Material estudiado.....	137
6.4.4. Resultados.....	138
6.4.5. Interpretación y discusión de la secuencia.....	156

6.4.6. Conclusiones.....	166
6.5. Registro cantábrico del Lago Enol.....	168
6.5.1. Introducción.....	168
6.5.2. Área de estudio.....	169
6.5.3. Material estudiado.....	172
6.5.4. Resultados.....	175
6.5.5. Interpretación y discusión de las secuencias.....	195
6.5.6. Conclusiones.....	206
7. Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno.....	209
7.1. La transición Pleistoceno/Holoceno (13000-11500 cal BP): la existencia de refugios.....	209
7.2. El Holoceno inicial (11500-8600 cal BP): la recuperación climática.....	212
7.3. El Holoceno medio (8600-4600 cal BP): la existencia de unas condiciones más secas y el inicio de la antropización.....	217
7.3.1. El evento 8200 cal BP.....	223
7.3.2. El inicio de la economía productiva.....	226
7.4. El Holoceno final (4200 cal BP-actualidad): la configuración del paisaje actual.....	234
7.5. Consideraciones finales.....	242
8. Conclusiones.....	245
9. Referencias bibliográficas.....	249

Índice de Figuras

Figura 2.1: Situación geográfica de la provincia de Asturias en el NO peninsular.....	8
Figura 2.2: Mapa altitudinal de la provincia de Asturias.....	9
Figura 2.3: Unidades geomorfológicas de la provincia de Asturias (modificado de Díaz González & Fernández Prieto, 1994).....	9
Figura 2.4: Pisos bioclimáticos de Asturias con su rango de temperatura media anual.....	11
Figura 2.5: Ombroclimas de la provincia de Asturias con su rango de precipitaciones anuales.....	11
Figura 4.1: Ubicación de los registros paleobotánicos holocenos en Asturias. Los círculos hacen referencia a yacimientos de origen natural, mientras que los triángulos hacen referencia a los de origen arqueológico.....	24
Figura 4.2: Diagrama palinológico de la turbera de Buelna (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).....	23
Figura 4.3: Diagrama palinológico de la turbera de Pendueles (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).....	29
Figura 4.4: Diagrama palinológico de la turbera del Llano de la Mesa (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).....	29
Figura 4.5: Diagrama palinológico de la turbera del Llano Roñanzas (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).....	30
Figura 4.6: Diagrama polínico de la turbera de Vidiago (redibujado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).....	31
Figura 4.7: Diagrama palinológico de las Termas romanas de Campo Valdés (modificado de Mariscal, 1996).....	35
Figura 4.8: Diagrama palinológico de La Campa Torres (modificado de Burjarchs, 2001).....	36
Figura 4.9: Diagrama palinológico de El Castillo de Curiel-Peñaferruz (modificado de Burjarchs, 2003).....	39
Figura 4.10: Diagrama palinológico de Los Azules (modificado de López García, 1981a, con dataciones según Uzquiano, 1992).....	40
Figura 4.11: Diagrama palinológico del Castro Chao de Samartín (modificado de Gil García <i>et al.</i> , 2003).....	43
Figura 4.12: Diagrama palinológico de Comeya (modificado de Ruiz Zapata <i>et al.</i> , 2001a).....	45
Figura 4.13: Diagrama palinológico del Puerto de Tarna (modificado de Ruiz Zapata <i>et al.</i> , 2000).....	46
Figura 4.14: Diagrama palinológico del Lago de Ajo (modificado de Allen <i>et al.</i> , 1996 gracias a los datos de la <i>European Pollen Database</i>).....	50
Figura 5.1: Mapa de Asturias con los registros estudiados palinológicamente en este estudio (1: Turbera de Las Dueñas; 2: Turbera de Monte Areo; 3: Veranes; 4: Turbera del Alto de la Espina; 5: Lago Enol).....	55
Figura 5.2: Dibujo esquemático de la sonda rusa que ha sido empleada para el sondeo de las tres turberas estudiadas en esta Tesis Doctoral.....	57

Figura 5.3: Protocolo químico utilizado para la extracción de palinomorfos de los sedimentos.....	61
Figura 5.4: Esquema del montaje en portaobjetos de la muestra palinológica.....	63
Figura 6.1: Localización de la turbera de Las Dueñas.....	71
Figura 6.2: Modelo de edad-profundidad para la turbera de Las Dueñas. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama discontinua es una extrapolación considerando el techo de la turbera a 0 cal BP.....	73
Figura 6.3a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	76
Figura 6.3b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	77
Figura 6.3c: Diagrama polínico de porcentajes (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	78
Figura 6.4a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y arbustos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).....	79
Figura 6.4b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).....	80
Figura 6.4c: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas u microfósiles no polínicos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).....	81
Figura 6.5: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en Las Dueñas cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.....	82
Figura 6.6: Diagrama polínico sintético de la turbera de Las Dueñas (TDÑ) (Mesófilos: <i>Betula</i> + <i>Carpinus</i> + <i>Corylus</i> + <i>Fraxinus</i> + <i>Quercus</i> caducifolio + <i>Salix</i> + <i>Tilia</i> . Hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> + <i>Cercophora</i> + <i>Sporormiella</i> . Indicador de Incendios: <i>Chaetomium</i>).....	83
Figura 6.7: Localización de la turbera de Monte Areo.....	92
Figura 6.8: Modelo de edad-profundidad para la turbera de Monte Areo. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama discontinua es una extrapolación considerando el techo de la turbera a 0 cal BP. En color rojo están las dataciones que se han considerado reversas y que no se han usado para la elaboración del modelo de edad-profundidad.....	95
Figura 6.9a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la turbera de Monte Areo (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	96
Figura 6.9b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas e hidro-higrófitas) de la turbera de Monte Areo (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	97
Figura 6.9c: Diagrama polínico de porcentajes (microfósiles no polínicos) de la turbera de Monte Areo (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	98

Figura 6.10a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles, arbustos, herbáceas, y concentración total de la turbera de Monte Areo (TMA)).....	99
Figura 6.10b: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de la turbera de Monte Areo (TMA).....	100
Figura 6.11: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en Monte Areo cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.....	101
Figura 6.12: Diagrama polínico sintético de La Turbera de Monte Areo (TMA) en función de la edad. Nótese que aunque los dos morfotipos de <i>Pinus</i> se ha incluido en cultivo, éstos aparecen durante toda la secuencia; sólo se ha querido remarcar su cultivo en época actual. El indicador de incendios hace referencia a <i>Chaetomium</i> . Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica nombrados en el texto con sus respectivos números.....	107
Figura 6.13: Planta del yacimiento de Veranes (tomado de Fernández-Ochoa <i>et al.</i> , 2008)...	114
Figura 6.14: Localización del yacimiento arqueológico de Veranes.....	115
Figura 6.15: Ubicación de las muestras palinológicas en la planimetría de la villa de Veranes (para numeración ver texto).....	117
Figura 6.16a: Histograma polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	120
Figura 6.16b: Histograma polínico de porcentajes (herbáceas y antropozoógenas) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	121
Figura 6.16c: Histograma polínico de porcentajes (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	122
Figura 6.16d: Histograma polínico de porcentajes (árboles, arbustos y herbáceas) de cuatro muestras del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	123
Figura 6.16e: Histograma polínico de porcentajes (antropozoógenas, hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de cuatro muestras del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	124
Figura 6.17: Localización de la turbera del Alto de la Espina.....	136
Figura 6.18: Modelo de edad-profundidad para la turbera del Alto de la Espina. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que las tramas discontinuas son extrapolaciones, la superior considerando el techo de la turbera con una edad de 0 cal BP, y la inferior considerando que el sedimento inorgánico cubre todo el <i>Younger Dryas</i> . En color rojo están las dataciones que se han considerado reversas y que no se han usado para la elaboración del modelo de edad-profundidad.....	138
Figura 6.19: Síntesis de los resultados geoquímicos de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	139
Figura 6.20a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	141

Figura 6.20b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	142
Figura 6.20c: Diagrama polínico de porcentajes (hidro-higrófitas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	143
Figura 6.20d: Diagrama polínico de porcentajes (microfósiles no polínicos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	144
Figura 6.21a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y concentración total) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	145
Figura 6.21b: Diagrama polínico de concentraciones (arbustos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	146
Figura 6.21c: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	147
Figura 6.21d: Diagrama polínico de concentraciones (continuación de herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	148
Figura 6.21e: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	149
Figura 6.21f: Diagrama polínico de concentraciones (microfósiles no polínicos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	150
Figura 6.21g: Diagrama polínico de concentraciones (continuación de microfósiles no polínicos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).....	151
Figura 6.22: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el Alto de la Espina cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.....	152
Figura 6.23: Diagrama polínico sintético de la turbera del Alto de la Espina (TAE) en función de la edad. La columna de taxa estépicas es el resultado de la suma de <i>Artemisia</i> , <i>Aster</i> tipo, <i>Cardueae</i> , <i>Scrophulariaceae</i> y <i>Fabaceae</i> ; mientras que la columna de hongos coprófilos es la suma de <i>Sordaria</i> , <i>Cercophora</i> , <i>Sporormiella</i> y <i>Podospora</i> , El indicador de incendios hace referencia a <i>Chaetomium</i> . Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica, nombrados en el texto, con su respectivo orden numérico.....	157
Figura 6.24: Datos geoquímicos de la turbera del Alto de la Espina (TAE) en función de la edad. Las bandas grises representan zonas con señal de contaminación antropogénica: a) anomalía en la transición Bronce/Hierro probablemente relacionada con metalurgia; b) actividades minero-metalúrgicas en Época Romana, c) contaminación desde la Revolución Industrial. La banda amarilla representa la fina capa inorgánica que señala el fin de las actividades minero-metalúrgicas.....	161
Figura 6. 25: Localización del Lago Enol.....	171
Figura 6.26: Modelo de edad-profundidad para el sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K) basado en una función del tipo ‘ <i>mixed-effect regression</i> ’ (Heegaard <i>et al.</i> , 2005). Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama continua representa el error de las dataciones.....	173

Figura 6.27: Relación entre los valores de carbono entre el sondeo corto del Lago Enol estudiado palinológicamente (ENOØ7-1C-1M) y el sondeo corto datado ENOØ7-1A-1M....	174
Figura 6.28: Modelo de edad-profundidad para el sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M), e imagen del registro sedimentario obtenido.....	175
Figura 6.29: Facies sedimentarias, susceptibilidad magnética, y densidad del sedimento medidas por GEOTEK, porcentaje de Carbón Inorgánico Total (TIC) y Carbono Orgánico Total (TOC), y media de los datos de Fluorescencia de rayos-X (Si, K, Ca, Mn, Fe) del sondeo ENOØ4-1D-1K. Los porcentajes de calcita, arcillas y cuarzo obtenidos por XRD también se muestran. Se indican las dataciones y la correspondencia con las zonas polínicas. Modificado de Moreno <i>et al.</i> (en revisión-b).....	176
Figura 6.30a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	177
Figura 6.30b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas e hidro-higrófitas) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	178
Figura 6.30c: Diagrama polínico de porcentajes (microfósiles no polínicos) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	179
Figura 6.31a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y arbustos) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K).....	180
Figura 6.31b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas e hidro-higrófitas) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K).....	181
Figura 6.31c: Diagrama polínico de concentraciones (microfósiles no polínicos) del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K).....	182
Figura 6.32: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K) cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.....	183
Figura 6.33a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	187
Figura 6.33b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	188
Figura 6.33c: Diagrama polínico de porcentajes (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%	189
Figura 6.34a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y arbustos) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M).....	190
Figura 6.34b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M).....	191
Figura 6.34c: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M).....	192

- Figura 6.35:** Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M) cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.....193
- Figura 6.36:** Diagrama polínico sintético del sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K) en función de la edad. La columna de taxa estépicos es el resultado de la suma de *Juniperus* tipo, *Artemisia*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Aster* tipo, Cardueae y Cichorioideae, mientras que la de Ericaceae es la suma de *Erica* tipo y *Calluna vulgaris*, y la de otros mesófilos hace referencia a *Acer*, *Tilia* y *Ulmus*. Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica, nombrados en el texto, con su respectivo orden numérico.....197
- Figura 6.37:** Diagrama polínico sintético del sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M) en función de la edad. La columna de hongos coprófilos es el resultado de la suma de *Sordaria* (Tipo55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368). La banda gris representa la zona el con máximo de diversidad polínica nombrado en el texto; mientras que la zona roja muestra una etapa más árida.....203

Índice de Tablas

Tabla 4.1: Registros paleobotánicos holocenos en Asturias. Su número corresponde a la Fig. 4.1.....	25
Tabla 4.2: Resultados del análisis antracológico de El Castillo de Curiel (Allué, 2003).....	38
Tabla 5.1: Relación de los registros polínicos estudiados en esta Tesis Doctoral.....	55
Tabla 6.1: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera de Las Dueñas. Todas ellas se han realizado en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia).....	73
Tabla 6.2: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera de Monte Areo. Se han realizado tanto en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia) como en Radiocarbon Laboratory (University of Arizona, Tucson, Estados Unidos).....	94
Tabla 6.3: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en Veranes. Se han realizado tanto en el Laboratorio de Geocronología (Instituto de Química Física Rocasolano, C.S.I.C., Madrid) como en The Ångstrom Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia).....	119
Tabla 6.4: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera del Alto de la Espina. Se han realizado tanto en The Ångstrom Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia) como en el Centro Nacional de Aceleradores (C.S.I.C., Sevilla).....	137
Tabla 6.5: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en el Lago Enol. Se han realizado tanto en Poznań Radiocarbon Laboratory (Adam Mickiewicz University, Poznań, Polonia) como en Center of Accelerator Mass Spectrometry (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Estados Unidos).....	172
Tabla 7.1: Dataciones radiocarbónicas de los estudios que han proporcionado las fechas más antiguas de agricultura en la fachada norte peninsular.....	234

Índice de Fotos

Foto 3.1: Hayedo en las proximidades del Puerto de la Ventana.....	17
Foto 3.2: Aliseda pantanosa en la Sierra de Monte Areo cerca de Gijón.....	19
Foto 3.3: Carrascas sobre crestones calcáreos en las cercanías de Pola de Somiedo.....	21
Foto 4.1: Vista del Lago Ercina, en los Picos de Europa.....	44
Foto 4.2: Vista de la depresión de Comeya, en los Picos de Europa.....	45
Foto 4.3: Vista del Lago del Valle (Lago de Ajo) en el Parque Natural de Somiedo.....	49
Foto 5.1: Sondeo de la turbera del Alto de la Espina en junio de 2005 y detalle de la parte basal.....	57
Foto 5.2: Sondeo de la turbera de Monte Areo en mayo de 2004.....	58
Foto 5.3: Sondeo largo del Lago Enol en mayo de 2004 con una plataforma flotante.....	59
Foto 5.4: Detalle del sistema <i>Uwitec</i> para la recogida de sondeos cortos y sondeo en el Lago Enol en julio de 2007.....	59
Foto 5.5: Laboratorio de Arqueobiología (C.C.H.S, C.S.I.C.): detalle del equipamiento usado para procesar las muestras (campanas extractoras, centrífugas, puntas de ultrasonidos, etc.)....	60
Foto 5.6: Tubos <i>ependorf</i> con la muestra conservada en gelatina de glicerina.....	62
Foto 5.7: Microscopio óptico utilizado para la lectura de las láminas.....	64
Foto 6.1: Vista de la turbera de Las Dueñas.....	70
Foto 6.2: Vista aérea de la turbera de las Dueñas. Se indica el punto de muestreo.....	71
Foto 6.3: Detalle de la turbera. A la izquierda puede verse el lecho de <i>Sphagnum</i> , destacando en su seno <i>Erica tetralix</i> . A la derecha se observa en detalle a la planta carnívora <i>Drosera rotundifolia</i>	72
Foto 6.4: Detalle de los pies de <i>Pinus pinaster</i> que crecen en el seno de la turbera de Las Dueñas.....	85
Foto 6.5: Vista de la turbera de Monte Areo, donde pueden verse las plantaciones de eucaliptos al fondo, e incluso sobre la misma turbera.....	91
Foto 6.6: Vista aérea de la turbera de Monte Areo, donde se indica la zona del muestreo.....	92
Foto 6.7: Aliseda pantanosa en Monte Areo.....	93
Foto 6.8: Fotografía aérea del sector excavado de la <i>villa</i> romana de Veranes (tomado de Fernández-Ochoa <i>et al.</i> , 2008).....	114
Foto 6.9: Vista aérea de la zona donde se encuentra Veranes.....	115
Foto 6.10: Detalle de una de las tumbas de la necrópolis medieval de Veranes.....	130
Foto 6.11: Vista de la turbera del Alto de la Espina, donde pueden verse caballos pastando al fondo.....	135
Foto 6.12: Vista aérea de la turbera del Alto de la Espina, donde se indica la zona de muestreo.....	136
Foto 6.13: Caballos pastando en el mismo seno de la turbera del Alto de la Espina.....	165
Foto 6.14: Vista del Lago Enol.....	170
Foto 6.15: Vista aérea de la zona del Lago Enol, donde se indica la zona de muestreo.....	171

Agradecimientos

Son muchas las personas a las que he de agradecer tanto por su ayuda a la hora de la realización de este trabajo de Tesis Doctoral que espero que no se quede ninguna sin nombrar.

A mi director, José Antonio López Sáez, le debo todo lo que sé sobre palinología. Gracias por haberme dedicado tanto tiempo y esfuerzo. Gracias por los ánimos que me das siempre. Gracias por aguantar mi cabezonería y mal humor siempre con una sonrisa. Gracias por estar ahí y hacerme la vida más fácil.

A Fátima Franco Múgica, tutora de este trabajo, quien desde el primer momento se prestó a ayudarme con todos los trámites, que no son pocos.

A Antonio Martínez Cortizas le quiero agradecer sus excelentes explicaciones, que siempre dan pie a que uno quiera saber más y siga haciéndose preguntas. Gracias por mostrarme aspectos de las turberas que no había sido capaz de ver antes. Gracias por ayudarme a interpretar la turbera del Alto de la Espina. En su compañía mis agradecimientos se extienden a Xabier Pontevedra, Nue Costa y Piqui, y por añadidura a Felipe Criado y todo el equipo de Santiago de Compostela.

A Penélope González-Sampérez, Ana Moreno y Blas Valero-Garcés, del Instituto Pirenaico de Ecología, con quienes he compartido la fortuna de poder trabajar en el registro polínico del Lago Enol y a los cuales debo muchas y fructíferas discusiones sobre este trabajo.

A Fernando Gil, Melus Fernández-Ochoa y Roberto Zapico, quienes me introdujeron en el mundo de la Prehistoria asturiana y me ayudaron a localizar y sondear las turberas de esta tesis y otras tantas que vendrán en el futuro. Sin su ayuda es probable que ésta no se hubiera llevado a cabo. A Miguel Ángel Blas Cortina y Pablo Arias, con quienes compartimos muchas de nuestras incógnitas sobre la primera agricultura asturiana.

A Paqui Alba (Universidad de Granada), por su sonrisa inquebrantable, por los desvelos APLE momentáneos, y por su ayuda inestimable en la parte gráfica de esta Tesis.

A Javier Sánchez-Palencia, Almudena Orejas y Guillermo Sven-Reher les debo lo poco o mucho que hoy se del mundo romano, aunque el contacto diario con ellos me demuestra que nunca sabré lo suficiente, ... pero para eso los tengo a mi lado. En el mismo sentido agradezco profundamente el continuo apoyo y compañía de todos los miembros de su Grupo de Investigación Estructura Social y Territorio-Arqueología del Paisaje del CCHS, CSIC (Brais, Fernando, Damián, Pecha, ...).

A mis compañeros del GI Arqueobiología, especialmente a Leonor Peña-Chocarro por sus apuntes bibliográficos y sus discusiones siempre productivas. A Marta Fernández, Rodolfo Pozuelo y Charo Macías por su compañía en las solitarias horas del laboratorio.

A Pilar López-García, por abrirme las puertas del antiguo Laboratorio de Palinología del Instituto de Historia. Sin su apoyo y confianza esta tesis no se podría haber realizado.

A Lydia Zapata, Mónica Alonso y Sebastián Pérez, de la UPV-Vitoria, por su amistad, consejo y ayuda siempre que lo precisé. De igual manera hago llegar mis agradecimientos a Clemencia Gómez, Juanma Rubiales, Blanca Ruiz Zapata, Eduardo Barrón, María José Gil, Ana Valdeolmillos, Miriam Dorado y Quico Burjachs, por su apoyo logístico y científico.

Al verato más salaó Daniel Abel Schaad, por su visión de la vida y de la palinología en particular, por asaltar los quemorros cacereños sin ningún miramiento.

A todos mis compañeros de la actual Línea de Investigación Arqueología y Procesos Sociales del CCHS-CSIC, por no dejar de animarme y preguntarme en todo momento: ¿Lourdes, cuándo acabas tu tesis? Aquí quiero detallar el cariño y la fortuna que he tenido de contar con compañeros de despacho tan irrepitibles como Fernando, Martina, Pechi, Nacho y Nuria.

A Owen K. Davis, de la University of Arizona (Tucson, EE.UU.) y Odile Peyron (Université de Franche-Comté, CNRS, Francia) por acogerme en sus respectivos laboratorios durante mis estancias predoctorales de investigación. De igual manera a Cristiña Peñalba (Instituto de Ecología-UNAM, Hermosillo, México), quien también me acogió y me enseñó las bellezas del desierto sonoreño.

A Elena, Erica y Raquel, por ser tan buenas amigas y hacerme pasar buenos ratos en todo aquello que no ha sido Tesis Doctoral.

A mis padres y hermanos y al resto de mi familia, por hacerme ver que los estudios son algo importante en la vida.

A Alex, por todo lo que tú ya sabes.

Relación de proyectos que han financiado esta Tesis Doctoral

Proyecto de investigación HUM2004-06418-C02-02/HIST

Investigador Principal: Dra. Pilar López García.

Título: *El comienzo de las sociedades campesinas en la fachada atlántica europea: sistema de información, medio ambiente y dinámica de la antropización.*

Fecha oficial: 2005-2007.

Proyecto de investigación FICYT (PC04-29 SPV)

Investigador Principal: Dra. Carmen Fernández Ochoa.

Título: *La villa romana de Veranes (Gijón, Asturias). Potencialidad productiva y evolución de su dominio.*

Fecha oficial: 2004-2006.

Proyecto de investigación ‘Organismo Parques Nacionales’-M.E.C. (referencia 53/2006)

Investigador Principal: Dr. Blas L. Valero Garcés.

Título: *Evolución climática y ambiental del Parque Nacional de Picos de Europa desde el último máximo glacial.*

Fecha oficial: 2006-2009.

Proyecto Intramural Especial (P.I.E.) 200710I011

Investigador Principal: Dr. José Antonio López Sáez.

Título: *Origen y difusión de la agricultura en la Península Ibérica: una perspectiva paleoambiental al conocimiento del proceso de neolitización.*

Fecha oficial: 2007-2008.

Proyecto de investigación HAR2008-06477-C03-03/HIST (Plan Nacional de I + D + i)

Investigador Principal: Dr. José Antonio López Sáez.

Título: *La implantación de las especies domésticas en la Europa atlántica: origen de la agricultura y dinámica de la antropización de los ecosistemas.*

Fecha oficial: 2009-2011.

Programa CONSOLIDER (CSD2007-00058)

Investigador-Coordinador Principal: Dr. Felipe Criado-Boado.

Investigador Principal G.I. Arqueobiología: Dr. José Antonio López Sáez.

Título: *Programa de Investigación en Tecnologías para la valoración y conservación del Patrimonio Cultural.*

Fecha oficial: 2008-2012.

Resumen / Abstract

El análisis polínico de tres turberas, un lago y un yacimiento arqueológico de la provincia de Asturias, junto con una revisión bibliográfica de los estudio paleobotánicos de la zona, ha permitido reconstruir la dinámica de la vegetación y de los cambios sobre la misma por parte del clima y del ser humano durante los últimos 11500 años, el Holoceno.

De esta manera se ha constatado la existencia de refugios de elementos mesófilos y termófilos anteriores al Holoceno, como castaños, nogales y hayas, la colonización arbórea de los espacios durante el Holoceno inicial junto con una mejora climática, una tendencia hacia unas condiciones más secas y térmicas durante el Holoceno medio, y una tendencia a la deforestación de los bosques durante el Holoceno final. Además, se ha evaluado el alcance del evento 8200 cal BP, identificándose en numerosos registros; y se han detectado las primeras evidencias de antropización, de origen pastoril, en la segunda mitad del VI milenio cal BC; mientras que los inicios de la agricultura son posteriores, siendo la turbera de Monte Areo la que ha registrado la agricultura más antigua en Asturias, y corresponden a la primera mitad del V milenio cal BC (inicios del Neolítico). Es durante el Holoceno final cuando las actividades antrópicas configuran los paisajes actuales asturianos. Éstas se generalizan definitivamente en todos los registros desde la Edad del Bronce, momento desde el que se asiste a una amplia matorralización y apertura de los paisajes, mediada por el incremento de actividades ganaderas y agrícolas, y ya en fechas más recientes por plantaciones forestales de pinos y eucaliptos.

* * * * *

The pollen analysis of three peat bogs, a lake and an archaeological site in the province of Asturias, together with a Paleobotany literature review of the area, has helped reconstruct the vegetation dynamics and changes on it by the climate and human being during the past 11,500 years, the Holocene.

This has established the existence of mesophillous and thermophillous elements prior to Holocene, as chestnut, walnut and beech, tree colonization of the spaces during the Early Holocene along with climate improvement, a trend towards drier and thermal conditions during the Middle Holocene, and a trend of deforestation during the Late Holocene. In addition, it has assessed the 8200 cal BP event, identified in numerous records, and have detected the first evidences of human impact, pastoral activities, during the second half of the VIth millennium cal BC, while the beginnings of agriculture are post, being the Monte Areo record which has seen agriculture older in Asturias, and correspond to the first half of the Vth millennium cal BC (Early Neolithic). It is during the Late Holocene when the human activities model the current Asturian landscape. These activities are widespread definitively from the Bronze Age, with the deforestation of forests and open landscapes. All this has been due to increased agricultural and livestock activities, and more recently by plantation forests of pine and eucalyptus.

1. Introducción

Esta Tesis Doctoral consiste en el estudio de la historia de la vegetación, de los cambios en la diversidad polínica, de la dinámica paleoclimática, y de los orígenes, tipología y diacronía de la antropización desde los inicios del Holoceno hasta la actualidad en el Principado de Asturias. Todo ello se aborda a través del estudio de microfósiles polínicos y no polínicos tanto en depósitos naturales (turberas, lagos) como en yacimientos arqueológicos.

El conocer cuál ha sido la historia de la vegetación cuaternaria es una clave fundamental para poder entender la distribución actual de la flora y de las comunidades vegetales. Para acercarnos al conocimiento de esta historia, el análisis palinológico sobre distintos tipos de sedimentos es uno de los principales instrumentos utilizados (Birks & Birks, 1980; Moore *et al.*, 1991).

Los estudios sobre la evolución y dinámica del clima y de la vegetación durante el Cuaternario reciente, fundamentalmente del periodo Holoceno, han adquirido especial relevancia desde finales del siglo pasado (Oldfield, 2003; Williams *et al.*, 2003; González Sampérez, 2004), ya que gracias a ellos se han logrado reconstruir algunos rasgos paleoambientales fundamentales para explicar muchas de las características que han dado lugar al paisaje actual; también se han identificado los momentos en los que las actividades humanas contribuyeron a modificar la cubierta vegetal, tipificándolas; y, además, se ha verificado la existencia de ciclos

naturales en la evolución del clima así como de crisis climáticas abruptas de corta duración (López Sáez *et al.*, 2003). Por todo ello, la disciplina de la **Paleoecología** ha crecido notablemente durante las últimas décadas (Roger, 1977), y es, en este periodo de tiempo, cuando sus actividades se han expandido dando un empuje muy fuerte a la reconstrucción del medio ambiente que hubo en el pasado (Dodd & Stanton, 1990).

Si definimos la Ecología como '*la ciencia que estudia las interacciones entre los organismos y las interacciones de los organismos con su medio ambiente físico*' (Etherington, 1982), la Paleoecología sería '*el estudio de las interacciones entre los organismos y las interacciones de los organismos con su medio ambiente en el pasado*' (Birks & Birks, 1980); por lo que la Paleoecología podría entonces definirse como la 'Ecología del pasado'. Aún así, los estudios paleoecológicos no pueden tener las mismas características que los ecológicos, ya que el estudio del pasado está bastante limitado por las evidencias que nos llegan hasta la actualidad (Dodd & Stanton, 1990).

Para abordar la problemática del pasado, los estudios paleoecológicos se sustentan en varias disciplinas tales como la Geomorfología, la Paleobotánica, la Paleontología o la Climatología, entre otras. La ciencia que se dedica al estudio de la flora y de la vegetación del pasado, objeto de estudio en esta Tesis Doctoral, es la **Paleobotánica**, dividida en varias disciplinas entre las que se encuentra la **Paleopalinología**, que investiga la historia de la vegetación a partir de los granos de

polen y esporas que han llegado hasta nuestros días conservados en los sedimentos (Faegry & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991); y, más recientemente, también incorpora el estudio de otro tipo de microrrestos fósiles que aparecen en las láminas de polen, los llamados microfósiles no polínicos (López Sáez *et al.*, 1998, 2000).

El análisis polínico, sobre todo, se centra en la reconstrucción de los cambios en la vegetación acontecidos durante el Cuaternario, donde juegan un papel muy importante tanto los **cambios climáticos** como, desde mediados del Holoceno, las **presiones antrópicas** como modeladores del paisaje (Behre, 1988; Huntley, 1988; Moore *et al.*, 1991; Carrión *et al.*, 2000a; Carrión, 2001; Costa Tenorio *et al.*, 2001, García Antón *et al.*, 2002; López Sáez *et al.* 2003; González Sampériz, 2004). Sin duda, el hecho de que el ser humano haya actuado sobre los ecosistemas, durante los últimos milenios, dificulta el conocimiento de la vegetación holocena (Carrión *et al.*, 2000a), y esto ha de tenerse en cuenta para la correcta interpretación del paisaje actual, puesto que no siempre es posible diferenciar aquellos fenómenos o procesos que son debidos al ser humano o a causas naturales (Horowitz, 1992). Sin embargo, la antropización del paisaje es un elemento fundamental que, introducido en la interpretación paleoecológica del registro palinológico, permite establecer hipótesis sobre los procesos y modelos de utilización del espacio por las comunidades humanas prehistóricas; siendo posible ubicar, tanto espacial como temporalmente, cuestiones tales como el origen y la difusión de la agricultura en suelo peninsular (López Sáez *et al.*, 2003). Además, no hay que olvidar que la mayor parte de los paisajes actuales peninsulares están modelados por la elevada

presión que el ser humano ha ejercido sobre ellos. Estudiar las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente es indispensable para comprender los nuevos medios creados, los denominados ‘paisajes culturales’.

1.1. El análisis paleopalinológico

El análisis polínico de sedimentos se usa para describir la dinámica de la vegetación en una escala temporal desde que von Post en 1916 (Fries, 1967; Mantén, 1967) llevara a cabo las primeras investigaciones de este tipo y presentara sus resultados en el Congreso de Geología de Oslo. Desde entonces, el análisis paleopalinológico constituye uno de los principales métodos de investigación con los que aproximarse a la evolución seguida por la vegetación y el clima durante el Cuaternario (Birks & Birks, 1980; González Sámperiz, 2004; Burjachs, 2006). Esto se debe, fundamentalmente, a varias razones (Birks & Birks, 1980):

- 1) los pólenes son muy abundantes en los sedimentos cuaternarios;
- 2) los granos de polen, gracias a la esporopolenina de su pared, son muy resistentes a la degradación en contextos no oxidantes;
- 3) la mayor parte de los granos de polen pueden ser identificados, mediante microscopía óptica, en unidades taxonómicas bastante bien detalladas;
- 4) los granos de polen son pequeños y abundantes, por lo que para conseguir una muestra adecuada

hace falta poca cantidad de sedimento;

- 5) los granos de polen son dispersados por las plantas que originalmente se desarrollaron juntas como la vegetación de un área.

Por lo tanto, el análisis polínico de sedimentos cuaternarios puede llevarse a cabo gracias a que las plantas producen polen y a que sólo una parte de éste llega a fecundar el gameto femenino (Roberts, 1989). El resto se dispersará de diferentes modos y podrá depositarse en el suelo en forma de lluvia polínica (*pollen rain*), donde, si las condiciones son las propicias (contextos anaerobios), fosilizará y llegará hasta nuestros días (Birks & Birks, 1980).

Como ya se ha comentado, debido a que el polen se preserva excelentemente y en abundancia, puede aislarse, identificarse, cuantificarse y representarse en diagramas polínicos que reflejen los cambios en la vegetación, tanto a nivel espacial como temporal (Lowe & Walter, 1984; Prentice, 1988). Gracias a ello, los análisis polínicos resultan una herramienta indispensable en la reconstrucción de la vegetación e, indirectamente, también de las condiciones climáticas pasadas.

La Paleopalinología se introdujo en España en la década de los 40 de la mano de F. Bellot y E. Vieitez, quienes realizaron el análisis polínico de cuatro turberas gallegas (Bellot & Vieitez, 1945). El testigo de este tipo de trabajos lo recogió, a partir de 1950, J. Menéndez Amor quien, de manera individual o con la colaboración del investigador holandés F. Florschütz, consiguió instaurar, de una manera más o menos rutinaria, la investigación

palinológica sobre contextos sedimentarios muy variados de la Península Ibérica. En las siguientes décadas, nuevos investigadores se dedicaron a esta disciplina, estudiando tanto sedimentos naturales como arqueológicos; siendo especialmente reseñables las contribuciones en este sentido de M.J. Aira y P. Ramil Rego en Galicia, J.S. Carrión en el Sureste semiárido, M. Dupré en el País Valenciano y Asturias, M. García Antón en ambas mesetas, P. López García en contextos arqueológicos de toda la Península Ibérica, C. Peñalba Garmendia en el Sistema Ibérico y Montes Vascos, R. Pérez Obiol en Cataluña, y B. Ruiz Zapata en el Sistema Central.

Hoy por hoy, en nuestro territorio coexisten varios equipos dedicados a este tipo de estudios paleoambientales a través del análisis palinológico, lo que ha posibilitado que se multipliquen el número de trabajos que se realizan en este campo y que empiecen a establecerse modelos paleoambientales para la Península Ibérica, al menos para ciertas regiones mejor estudiadas como son el caso de Galicia, País Vasco, Cataluña, Sureste ibérico y Sistema Central. No obstante, aún persisten numerosos vacíos documentales y amplias zonas peninsulares que no están suficientemente estudiadas y otras zonas que, aunque sí cuentan con algunos trabajos de esta índole, requieren una revisión pormenorizada de los datos existentes ya que son bastante antiguos y no poseen ubicación cronológica precisa. Éste es el caso de la provincia de Asturias.

1.2. El ser humano y el medio ambiente

En el análisis de la relaciones entre el ser humano y el medio ambiente es indispensable comprender y evaluar el papel

extremadamente complejo que representa el nuevo medio creado por el individuo y sus sociedades. La adaptación a las condiciones de un medio o territorio dado puede ser el resultado de contingencias históricas muy variadas, de orden natural o sociocultural, cuyo análisis puede ser decisivo para poder comprender muchas de las interacciones ocurridas entre los seres humanos y el medio que les ha rodeado desde la Prehistoria. En buena lógica, el estudio del paisaje a partir del registro paleoambiental implica situar los enfoques en su percepción ecológica y geográfica. Pero si se acude al contexto arqueológico para ‘buscar’ información, la perspectiva se sitúa entonces en una situación dual en la que se requiere un doble enfoque: el ecológico-geográfico y el ‘cultural’. Ambos coinciden en un objeto de estudio común: el paisaje. Éste, a partir del Neolítico, coincide en ambos tipos de enfoques, pues es el momento en que se inicia la antropización de los ecosistemas y se generan los primeros paisajes culturales.

La interpretación paleoecológica del registro fósil se realiza a partir del estudio comparativo de lo que conocemos a día de hoy, sean ecosistemas, hábitats, faunas, floras, etc. Esta aproximación es, quizá, la única aproximación empírica posible, aunque los paleoambientalistas, más aún los palinólogos, son conscientes de que cualquier comunidad vegetal del pasado no tiene por qué tener referente en el presente (Janssen, 1981; Carrión *et al.*, 1999, 2000a; García Amorena, 2007), más aún cuando las comunidades actuales tienen la ‘huella humana’ en su seno. Por decirlo de otra manera, prácticamente no existe en la Península Ibérica ningún paisaje que no sea, en sentido amplio, un paisaje cultural. Y esta afirmación podríamos extrapolarla al conjunto de Europa occidental.

Aunque la Palinología y otras disciplinas paleoecológicas todavía no han establecido un modelo vegetacional general del Holoceno para la Península Ibérica, hay multitud de datos que contradicen los postulados fitosociológicos en cuestiones paleofitogeográficas (Costa Tenorio *et al.*, 1990; 2001; Carrión *et al.*, 2000a). Estos trabajos citados han demostrado que la respuesta vegetal al cambio climático ha sido individualista, no uniforme ni global, por lo que la composición florística es una contingencia histórica que no está determinada abióticamente (Carrión *et al.*, 2000a). Así, las asociaciones vegetales que describen los fitosociólogos sigmatistas son entidades del ‘aquí’ y el ‘ahora’ que ‘pasarán a la historia’ como las entidades que estudiamos ahora del pasado. Por lo que no existen pruebas de que la fitosociología actual consiga reflejar fielmente las formaciones vegetales del pasado, ya que pueden haberse dado cambios importantes en las exigencias ecológicas de muchas especies y en su rango de distribución (González-Sámperiz, 2001). De hecho, una de las principales contribuciones de la Paleopalínología es, precisamente, contradecir el carácter ‘climático’ de formaciones forestales consideradas como la ‘climax’ por parte de los fitosociólogos.

De igual manera, los estudios paleoecológicos y paleoambientales se convierten en una herramienta eficaz para precisar algunas de las problemáticas, particularmente a la hora de definir las pautas selectivas de actuación humana sobre los ecosistemas (antropización) y la diacronía de la adquisición de los principales elementos de la economía productiva (agricultura, ganadería). Precisamente, este último punto es uno de los objetos principales de interés de este trabajo: definir,

temporal y espacialmente, la aparición de la primera agricultura en Asturias, su origen y difusión, y su impacto sobre el medio ambiente en el transcurrir de la neolitización en el norte de la Península Ibérica.

El interés antropológico sobre el origen de la agricultura se ha producido básicamente en forma de una exploración teórica de la cuestión (Vicent, 1988), pero de igual manera a partir de la documentación arqueológica del desarrollo de la economía productiva y la difusión particular de ciertas especies durante la Prehistoria (Vicent, 1991). Sin embargo, sorprendentemente, hasta fechas cercanas, apenas se ha tenido en cuenta el registro arqueobotánico en este debate y mucho menos aún el paleopalínológico. El Neolítico, y por ende el proceso de neolitización, es una cuestión viva no sólo en Arqueología, sino también en Antropología, Botánica, Zoología, e incluso en Filosofía.

Los estudios paleoecológicos también resultan imprescindibles para comprender las repercusiones que los cambios ambientales hayan podido tener sobre la esfera socioeconómica de las sociedades prehistóricas o históricas, obligadas posiblemente a desarrollar estrategias adaptativas frente a las nuevas condiciones naturales y climáticas establecidas. Sobre todo, esta interacción entre los sistemas económicos y ambientales debe realizarse integrando al ser humano en el ecosistema, concediendo al cambio ambiental una dimensión humana (McDonnell & Pickett, 1993). La fisonomía del paisaje vegetal depende, por tanto, no sólo de las condiciones específicas del

medio natural, sino también del conjunto de sistemas de utilización del espacio que se han sucedido a través del tiempo.

Por tal razón, la incorporación de una perspectiva diacrónica, ecológica y social al análisis del paisaje, permite percibir y comprender muchos de los aspectos de su dinámica que los enfoques meramente geográficos o fitosociológicos tradicionales han pasado por alto.

1.3. Objetivos

Atendiendo a lo expuesto con anterioridad, los objetivos fundamentales de esta Tesis Doctoral son:

- 1) Conocer el paisaje vegetal que existió en Asturias durante el Holoceno a partir del análisis polínico en diversos contextos.
- 2) Identificar los cambios ocurridos en la cubierta vegetal, intentando discernir si son de origen climático y/o antrópico.
- 3) Estudiar cómo cambia la diversidad polínica en el registro fósil, y si hay relación entre su cambio y las manifestaciones de presión climática o antrópica en el medio.
- 4) Establecer el inicio de la agricultura, vinculada al proceso de neolitización, y su difusión en Asturias, con el objetivo de establecer una comparación sucinta con el resto de la Cornisa Cantábrica y el norte peninsular.

1. Introducción

2. Medio físico y geográfico de Asturias

2.1. Situación geográfica

El Principado de Asturias es una comunidad autónoma española situada en el noroeste de la Península Ibérica, en el litoral cantábrico. Limita al oeste con Galicia, al sur con Castilla y León, y al este con Cantabria (Fig. 2.1). Ocupa una extensión de 10.565 km² y su costa tiene una longitud de 401 km. El nombre de Asturias procede de los astures, el pueblo que habitó esta región justo antes de la romanización.

La región asturiana constituye una unidad muy bien delimitada entre la Cordillera Cantábrica y el Mar Cantábrico, y toda ella está situada en la vertiente norte de dicha cordillera, en el tramo de mayor anchura y de altitudes más elevadas. Su límite oeste está delimitado por el río Eo, cuenca del Navia y Sierra de Rañadoiro, continuidad morfológica en la provincia de Lugo; mientras que al este termina en la Depresión Vasca, flanqueada por los Picos de Europa. La altitud que alcanza la Cordillera Cantábrica descende en rápidos escalones hacia el mar, interrumpidos por cadenas montañosas en dirección este-oeste y valles paralelos que condicionan su morfología (Gutián Ojea *et al.*, 1985). En este descenso la cordillera pasa, en pocos kilómetros, de cimas de más de dos mil metros de altura hasta el nivel del mar. Junto al litoral se encuentran sierras de baja altura que configuran una costa escarpada y son el flanco norte de una larga depresión central.

Desde un punto de vista topográfico, las mayores altitudes quedan localizadas en la zona meridional de la región, destacando

Torre Cerredo (2.648 m), Peña Santa (2.596 m), Naranjo de Bulnes o Pico Urriello (2.519 m), Peña Ubiña (2.417 m) y la Sierra de Rañadoiro al oeste.

2.2. Marco geológico y geomorfológico

Asturias se encuentra formando parte de la zona norte de la Meseta central, y todas sus cuencas fluviales vierten al Mar Cantábrico. Geológicamente, forma parte de la Meseta Ibérica, integrante de la Cordillera Hercínica europea. En general, está formada por materiales paleozoicos y precámbricos deformados durante la orogénesis hercínica. Sólo quedan restos de materiales mesozoicos en los valles interiores (Martin-Izard *et al.*, 2000).

Geográficamente, se identifican dos zonas. Una de ellas, la **zona Cantábrica**, desde el Antiforme del Narcea, concurrente con la cuenca fluvial del Narcea, hacia el este de la provincia, dominada por materiales del Paleozoico Superior y que fundamentalmente son calizos; y la otra, la **zona Asturoccidental-leonesa**, que se extiende hacia el oeste de dicho antiforme y que está dominada, en cambio, por materiales fundamentalmente no calizos y del Paleozoico Inferior (Díaz González & Fernández Prieto, 1994).

En general, la provincia de Asturias presenta una orografía muy accidentada, ya que en pocos kilómetros hay desniveles que van desde 2500 m hasta nivel del mar (Fig. 2.2). En este sentido, desde el punto de vista geomorfológico se reconocen tres unidades,

2. Medio físico y geográfico de Asturias

entre la costa y la Cordillera Cantábrica (Fig. 2.3):

- 1) Las **formaciones litorales**, donde se engloban tanto las rasas costeras como las sierras prelitorales del oriente asturiano.
- 2) La **depresión prelitoral**, que se estrecha de oeste a este y está

situada tras las sierras litorales en la mitad oriental de Asturias.

- 3) Las **montañas y valles interiores**, situadas tras las rasas en el occidente y tras la depresión prelitoral en el occidente.



Figura 2.1: Situación geográfica de la provincia de Asturias en el NO peninsular.



Figura 2.2: Mapa altitudinal de la provincia de Asturias.

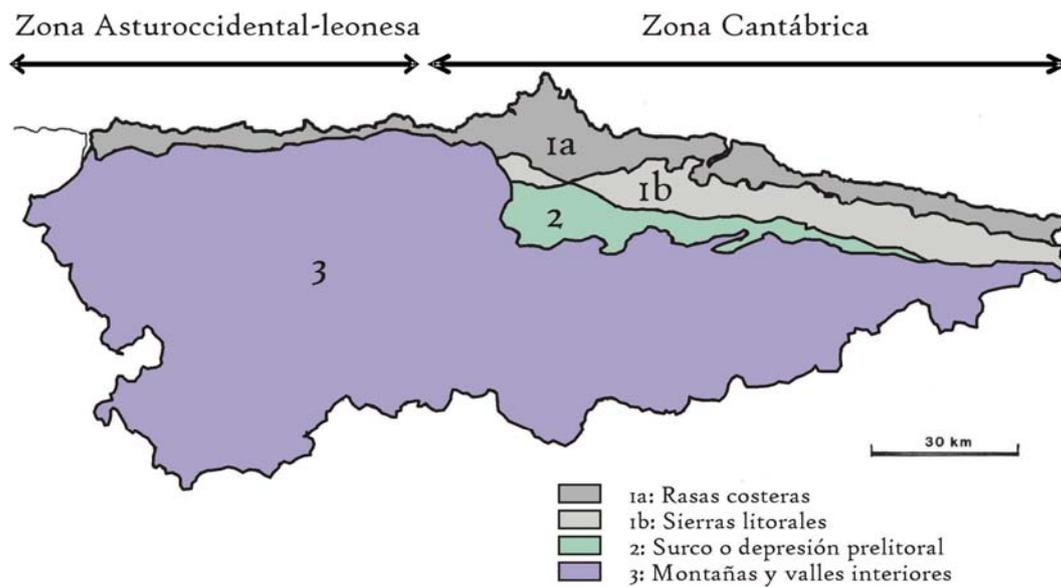


Figura 2.3: Unidades geomorfológicas de la provincia de Asturias (modificado de Díaz González & Fernández Prieto, 1994).

2.3. Características bioclimáticas

La Península Ibérica posee dos regiones bioclimáticas muy bien diferenciadas en función de, sobre todo, su régimen hídrico: la Región Mediterránea y la Región Eurosiberiana (Rivas-Martínez, 1987, 2007). La provincia de Asturias pertenece a la Región Eurosiberiana, conocida como la Iberia húmeda (Costa Tenorio *et al.*, 2001), y más concretamente a la Superprovincia Atlántica (Díaz González & Fernández Prieto, 1994). Por lo tanto, su clima es templado y húmedo, con gran influencia atlántica.

Basándose en indicadores térmicos se han delimitado varios pisos bioclimáticos (Rivas-Martínez *et al.*, 1984; Rivas-Martínez, 1987, 2007; Díaz González & Fernández-Prieto, 1994) (Fig. 2.4):

- 1) **Piso colino:** con temperaturas medias anuales mayores de 10°C. En Asturias, aparece en zonas con altitudes menores de 600 m, aunque en función de la exposición de las laderas y las inversiones térmicas puede llegar a 900 m.
- 2) **Piso montano:** con temperaturas medias anuales de entre 6 y 10°C. Se encuentra entre 600 y 1700 mm de altitud.
- 3) **Piso subalpino:** con temperaturas medias anuales de entre 3 y 6°C, está localizado a altitudes entre 1700 y 2300 m.
- 4) **Piso alpino:** con temperaturas medias anuales menores de 3°C, se encuentra exclusivamente en

pequeñas áreas por encima de los 2300 m de altitud.

La sectorización anterior tiene en cuenta los factores térmicos, sin hacer referencia al régimen hídrico. En la Región Eurosiberiana se engloban las zonas que no sufren un gran déficit hídrico, aunque en el norte peninsular existe un descenso de las precipitaciones en época estival (Allué Andrade, 1990). Teniendo en cuenta el nivel anual de precipitaciones pueden distinguirse tres ombroclimas (Rivas-Martínez *et al.*, 1984; Rivas-Martínez, 1987; Díaz González & Fernández-Prieto, 1994) (Fig. 2.5):

- 1) **Ombroclima subhúmedo:** con precipitaciones de entre 500 y 900 mm anuales. Es minoritario en Asturias.
- 2) **Ombroclima húmedo:** con precipitaciones de entre 900 y 1400 mm anuales. Es el mayoritario en la provincia y se sitúa, en general, en las zonas de baja y media altitud.
- 3) **Ombroclima hiperhúmedo:** con precipitaciones mayores de 1400 mm anuales, que es el que mayoritariamente afecta a las zonas montañosas.

2.4. Principales tipos de suelos

La diferenciación de los suelos en Asturias se produce como consecuencia de los materiales geológicos sobre los que se asientan. Bajo este punto de vista los suelos de esta provincia se agrupan en (Guerra Delgado *et al.*, 1968; Guitián Ojea *et al.*, 1985):

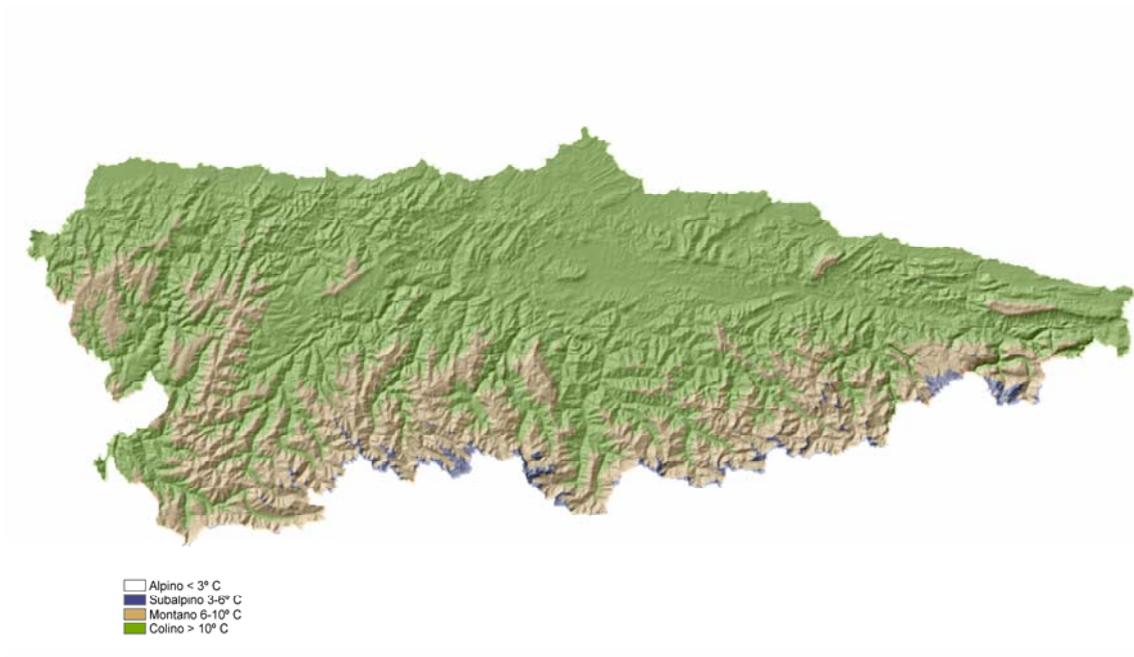


Figura 2.4: Pisos bioclimáticos de Asturias con su rango de temperatura media anual.

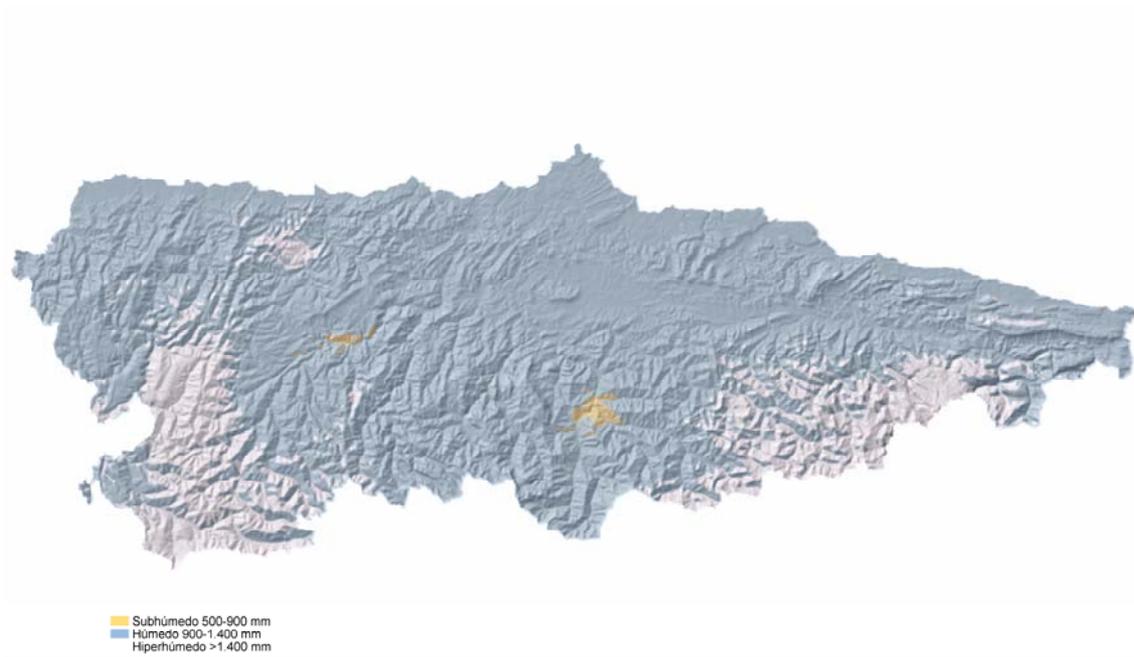


Figura 2.5: Ombroclimas de la provincia de Asturias con su rango de precipitaciones anuales.

- 1) Suelos sobre rocas no calizas.
- 2) Suelos sobre roca caliza.

Los **suelos sobre rocas no calizas** constituyen un grupo con gran variabilidad, pero todos ellos tienen en común su carácter más o menos ácido, vegetación de bosque acidófilo o brezal, y predominan en la región occidental de Asturias. Hay varios tipos en base a las condiciones hídricas, comportamiento del agua dentro del perfil, y su posibilidad de drenaje; pero en general podría decirse que los cuatro grupos básicos son:

- 1) Los suelos influidos por el nivel del agua: tienen dificultad de drenaje derivada de sus condiciones topográficas, por lo que el nivel del agua alcanza permanentemente distintos horizontes del perfil. Según el nivel que alcance el agua y los horizontes a los que afecte de manera permanente se producen distintos tipos de suelo (p.e. *sapropel* y *marsch*, que están influidos por el agua de las mareas; *turbera*, donde el nivel de agua alcanza de manera casi permanente su superficie; *anmoor*, donde el agua alcanza la superficie del suelo únicamente en época de lluvias; y *gley*, donde el agua alcanza los niveles superficiales del suelo de manera excepcional). Ya que estos suelos están condicionados por la dificultad de drenaje, normalmente se presentan en las depresiones y zonas llanas, tales como las Sierras Planas de las rasas costeras y en las zonas de humedad y clima frío en la Cordillera Cantábrica, aunque también se encuentran pequeñas

manchas diseminadas por toda la provincia.

- 2) Los suelos sobre sedimentos: están desarrollados sobre materiales sedimentarios de origen Terciario que rellenan las depresiones situadas, de N a S, en el centro de la provincia. Se caracterizan por su profundidad, granulación limosa o arcillosa, dificultad de drenaje en sus horizontes profundos, riqueza en óxidos de hierro y, por lo tanto, poseen colores predominantemente amarillos y rojos. Hay dos tipos, los *plastosoles* que se encuentran sobre todo dentro del triángulo Avilés-Oviedo-Villaviciosa; y las *vegas*, que se encuentran en los valles fluviales y constituyen una parte importante de los suelos de cultivo asturianos.
- 3) Los suelos bien drenados: se incluyen en este grupo suelos con muy distinto grado de desarrollo, derivados de rocas de naturaleza ácida, sedimentos o esquistos metamorfizados ricos en sílice y, en algunos casos, calizas y dolomías, pero todos ellos caracterizados por su elevada permeabilidad y buena aireación. Constituyen un grupo perfectamente diferenciado dentro de Asturias y su desarrollo está condicionado únicamente por factores topográficos o geológicos, sin que exista otra influencia del agua que la derivada de su percolación a través del perfil. Predomina la granulación arenosa o arenolimsa. Su vegetación es muy variable, arbórea cuando los suelos son profundos (como las *tierras*

pardas) y arbustiva y herbácea en los demás casos (los *ranker* y los *pozsoles*). Comprende suelos de montañas, colinas, laderas e incluso valles de pendiente suave, formando una secuencia topográfica desde las montañas a los valles.

- 4) *Pseudogley*: son los suelos típicos de los países templado-húmedos; con aspecto gleyforme, limosos o arcillosos, que son compactos y caracterizados por una oscilación alternante del nivel de agua dentro del perfil, consecuencia de su escasa permeabilidad interna (debido al enriquecimiento en arcilla en profundidad). Debe señalarse la neutralidad de su pH. Se presentan en la región de Oviedo a Cabo Peñas, sobre sedimentos ricos en

arcillas y en el extremo occidental con mucha menor extensión.

Los **suelos sobre rocas calizas** derivan de éstas, por lo que su pH suele ser básico. Están muy estructurados y con materia orgánica bien humificada. Se distinguen varios tipos: la *rendsina*, que se encuentra sobre calizas compactas, normalmente en laderas y ocupan grandes extensiones, sobre todo en el oriente asturiano; la *tierra parda caliza*, que se encuentra en la mitad oriental también, especialmente en Gijón, Mieres, Pola de Lena, Infiesto, Pola de Laviana, etc.; la *tierra fusca*, donde se desarrollan desde bosques caducifolios a prados permanentes; y la *terra rossa*, que existe únicamente en zonas no expuestas de rocas calizas en zonas como Avilés-Gijón y Grado.

2. Medio físico y geográfico de Asturias

3. Bosques de Asturias

El paisaje vegetal asturiano actual está bastante transformado de lo que tuvo que ser en el pasado. La intervención humana sobre los ecosistemas forestales, durante milenios, se ha efectuado de manera continuada siguiendo las prácticas socioeconómicas concretas de este punto de la geografía española (Morales Matos, 1982). Actualmente tan sólo el 21% de la superficie de Asturias (222.745 ha) está ocupada por bosques autóctonos (Díaz González & Vázquez, 2004). La mayor parte de los árboles que forman parte de estos bosques son planocaducifolios, como el carbayo (*Quercus robur*), el roble albar (*Q. petraea*), o el haya (*Fagus sylvatica*), entre muchos otros. No obstante, también existen otras especies de tipo marcescente (*Quercus pyrenaica* y *Q. faginea*), e incluso algunas que tienen cierto carácter más o menos relictivo, caso de las perennifolias (*Quercus ilex* ssp. *ilex* y *Q. ilex* ssp. *ballota*).

Biogeográficamente, la Península Ibérica se encuentra dentro del Reino de flora y vegetación Holártico y, como se ha dicho en el capítulo anterior, forma parte de dos regiones corológicas distintas: la Región Eurosiberiana y la Región Mediterránea, repartidas de forma desigual por el territorio y separables, sobre todo, por sus ombroclimas. Como se ha comentado anteriormente, Asturias pertenece a la Región Eurosiberiana, y dentro de ella a la Superprovincia Atlántica (Rivas-Martínez *et al.*, 1984; Rivas-Martínez, 1987, 2007; Díaz González & Fernández Prieto, 1994). En nuestra zona de estudio existen muchos y muy variados tipos de bosques diferentes,

según altitudes, humedad, tipología edáfica, etc.; que se describen a continuación de manera resumida.

3.1. Formaciones planocaducifolias

Los **bosques mixtos** atlánticos son reliquias que, actualmente, resultan difíciles de encontrar en la Península Ibérica. Se caracterizan por una alta diversidad de especies arbóreas (robles albares, carbayos, fresnos, arces, tilos, olmos, abedules, hayas, etc.), sin que ninguna de ellas llegue a dominar (Costa Tenorio *et al.*, 2001). Se sitúan en zonas que no tienen sequía estival, en suelos ricos, normalmente carbonatados, del piso colino, y habitualmente en fondos de valle. Debieron de ser mucho más abundantes en el pasado en toda la orla cántabro-atlántica, pero al situarse en zonas muy favorables para el aprovechamiento humano fueron transformados masivamente en áreas agrícolas y pascícolas (Díaz González & Vázquez, 2004).

Los estratos arbustivo, lianoide y herbáceo también son muy ricos. Del primero cabe destacar el avellano (*Corylus avellana*), el bonetero (*Euonymus europaeus*), el cornejo (*Cornus sanguinea*), el aligustre (*Ligustrum vulgare*), el laurel (*Laurus nobilis*), varias especies del género *Prunus*, el majuelo (*Crataegus monogyna*), diversas leguminosas arbustivas de los géneros *Genista* y *Cytisus*, y ericáceas, entre otras. Entre las trepadoras son comunes la hiedra (*Hedera helix*), la nueza negra (*Tamus communis*) y las madresevas (*Lonicera* sp.). El estrato herbáceo está constituido, sobre todo, por hemicriptófitos

y geófitos de ecología nemoral que pueden estar acompañados de helechos relictos subtropicales como, por ejemplo, *Osmunda regalis* (Costa Tenorio *et al.*, 2001). En Asturias se encuentran en los bosques de Covadonga (Picos de Europa) al este, y en la zona occidental en Muniellos, ocupando fondos de valle.

Otro de los bosques que se desarrollan en Asturias son los robledales, tanto de carbayo (*Quercus robur*) como de roble albar (*Q. petraea*). Los primeros, las **carbayedas**, se sitúan en los pisos colino y montano inferior y, al igual que pasa en los bosques mixtos atlánticos, son pocos los bosques de este tipo que se mantienen en buen estado de conservación (Costa Tenorio *et al.*, 2001). Se sitúan sobre suelos ácidos y muestran menos exigencias en nutrientes que los hayedos y los bosques mixtos, con los que muchas veces contactan. El castaño (*Castanea sativa*) es un acompañante de estos robledales desde el Terciario (García Antón *et al.*, 1990; Costa Tenorio, *et al.*, 2001), aunque su área se ha extendido secundariamente de manera antrópica, por lo que se ha cuestionado mucho el carácter alóctono supuesto a esta especie (García Antón *et al.*, 1990; Uzquiano, 1990, 1995; Costa Tenorio *et al.*, 2001). El carácter oligótrofo de los suelos ácidos, en los que se desarrollan estos bosques, determina su cortejo florístico acompañante, con especies silicícolas muy bien representadas y con helechos como *Blechnum spicant* o *Pteridium aquilinum*.

En estas formaciones boscosas pueden diferenciarse dos tipos: uno más costero frente a otro más interior con tendencia montana. En el primer tipo, los cercanos al Mar Cantábrico, son frecuentes plantas termófilas lauroides como *Ruscus*

aculeatus, *Tamus communis*, *Rhamnus alaternus*, *Laurus nobilis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* o *Arbutus unedo*. Suelen contactar con los bosques mixtos y se encuentran formas transicionales. Un ejemplo de estos bosques de la franja costera es la carbayeda de Tragamón, situada en el concejo de Gijón (Rozas, 2004). En las carbayedas interiores, en cambio, son más frecuentes los abedules (*Betula alba*), los serbales (*Sorbus aucuparia*) o el arándano (*Vaccinium myrtillus*). Éstos, en cambio, contactan con los robledales albares, generando bosques con formas hibridógenas entre *Quercus robur* y *Q. petraea*. Un ejemplo de este tipo de bosque sería el de las carbayedas de Muniellos, cerca de las poblaciones astur-occidentales de Rengos, Ventanueva y Moal. En general, la intensa actividad humana sobre las carbayedas ha hecho que su superficie se vea muy reducida en la actualidad; encontrando, en cambio, formaciones arbustivas de brezal-tojal, prados de siega y diente, y repoblaciones de pinos y eucaliptos.

Los **robledales albares** de *Quercus petraea* se sitúan en la transición de los ambientes atlánticos y mediterráneos, en las zonas denominadas subatlánticas o submediterráneas (Costa Tenorio *et al.*, 2001). Estos bosques no son muy abundantes, ya que se encuentran en el límite sur de su distribución (Costa Tenorio *et al.*, 2001), y el roble albar suele formar parte más de los bosques mixtos que de formaciones monoespecíficas propias. Los robledales de *Quercus petraea* se localizan en el piso montano, a diferencia de las carbayedas del piso colino, de la vertiente, sobre todo, sur de la Cordillera Cantábrica. Generalmente ocupan suelos ácidos, de cierta pendiente, con escasez de nutrientes. Debido a ello suelen poseer un cortejo

acidófilo con especies como las de las carbayedas, ya que este cortejo es muy fiel a los sustratos de carácter ácido (Rivas-Martínez *et al.*, 1984).

Otras especies acompañantes, también arbóreas, que suelen aparecer en los robledales albares, son los abedules (*Betula alba*), acebos (*Ilex aquifolium*) y serbales (*Sorbus aria* y *S. aucuparia*), y también especies de otras formaciones boscosas como el haya en situaciones de umbría y el melojo (*Quercus pyrenaica*) en las de solana (Díaz González & Vázquez, 2004); con las que el roble albar compite y por las que, probablemente, tenga una distribución menor que en tiempos pretéritos (Costa Tenorio *et al.*, 2001). Se localizan de manera fragmentada en la parte oeste de la Cordillera Cantábrica y también en formaciones híbridógenas con *Quercus*

robur en Muniellos y en los valles del Monasterio de Hermo y Coto.

Los **hayedos** son bosques de los que se ha hablado mucho acerca de su dinámica espacio-temporal; dinámica ésta que señala que *Fagus sylvatica* en la Península Ibérica no proviene de las migraciones del este de Europa, sino de refugios que persistieron durante las glaciaciones cuaternarias (p.e. Martínez Atienza & Morla Juaristi, 1992; Salas, 1992; Costa Tenorio *et al.*, 1990, 2001; Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008). Estas formaciones, de localización montana, tienen una cobertura arbórea muy densa y suelen ser monoespecíficas. La cobertura arbustiva apenas existe, mientras que las coberturas herbácea, nemoral, y los helechos sí que son comunes (Foto 3.1).



Foto 3.1: Hayedo en las proximidades del Puerto de la Ventana.

Los hayedos ibéricos son los que conforman el límite meridional de distribución de este taxón en Europa, hecho que los dota de singularidad e importancia fitogeográfica (García-González & Goldsmith, 1988). En Asturias podemos encontrar dos tipos de hayedos: los éútrofos y los oligótrofos. Los hayedos éútrofos se desarrollan sobre suelos ricos que se forman sobre rocas de naturaleza caliza. Abundan, por lo tanto, en las zonas calcáreas de la Cordillera Cantábrica y se extienden hacia el norte de la misma, fundamentalmente desde Somiedo hasta los Picos de Europa (Fernández-Pello *et al.*, 1988). En cambio, en los sustratos pobres en bases se desarrollan los llamados hayedos oligótrofos, que se extienden más hacia el oeste que los anteriores llegando a alternar con ellos en la Cordillera Cantábrica (Díaz González & Vázquez, 2004). La diferencia entre ellos es florística, ya que en los hayedos oligótrofos el abedul es un elemento relativamente abundante y su cortejo florístico es acidófilo. También en territorios silíceos, pero más cercanos a la costa, en el centro y occidente de la región asturiana, fundamentalmente entre las cuencas del Narcea y del Navia, existen hayedos con carbayo (Rodríguez Guitián, 2006). Las orlas arbustivas de sustitución también son diferentes, ya que sobre sustratos calcáreos abundan las rosáceas espinosas (*Rosa* sp., *Prunus spinosa*), rhamnáceas y la aulaga (*Genista* sp.), mientras que en zonas ácidas se asientan tojales-brezales (*Erica arborea*, *E. vagans*, *Ulex gallii*, *Cytisus scoparius*, *C. cantabricus*, *Daboecia cantabrica*, entre otros) y abundan helechos como *Pteridium aquilinum*.

Restringidos a los territorios que son altimontanos del piso subalpino, silíceos, de

umbría y lluviosos, se encuentran los **abedulares orocantábricos** de *Betula alba* (Fernández Prieto & Vázquez, 1987). Suelen asentarse sobre suelos oligótrofos y, en su seno, además del abedul pueden aparecer otros caducifolios como el roble albar, el haya, serbales, o el tejo (*Taxus baccata*); además de arbolillos como el acebo (*Ilex aquifolium*), y diversos arbustos de la familia de las ericáceas (brezos, arándanos y brezinas) acompañados de helechos como *Pteridium aquilinum* o *Blechnum spicant* y de herbáceas nemorales acidófilas. Estas zonas en las que se asientan los abedulares están sometidas a la explotación ganadera, por lo que se ha favorecido la existencia de formaciones cerradas de acebo como refugio de ganado y de pastos de diente (Díaz González & Vázquez, 2004).

Menos comunes que las formaciones anteriores son las **alisedas pantanosas** de *Alnus glutinosa*, que necesitan suelos encharcados tipo *anmoor* para desarrollarse (Díaz González & Vázquez, 2004). A pesar de estar sometidas a una intensa presión antrópica, se pueden encontrar este tipo de formaciones en zonas prelitorales, a baja altitud, cerca de cuencas fluviales como las de los ríos Negro, Sequeiro, Uncín y Nalón. Su estrato arbóreo está dominado por el aliso y, en menor medida, por el abedul. Los sauces (*Salix* sp.) abundan en el estrato arbustivo, y también aparecen *Viburnum opulus* y el arraclán (*Frangula alnus*). Densas macollas de *Carex paniculata* spp. *lusitanica* abundan en su estrato herbáceo, al igual que helechos como *Osmunda regalis* (Foto 3.2).

La **vegetación de ribera** también constituye una formación planocaducifolia, de la que pueden encontrarse varios tipos distintos, en los que todos los elementos

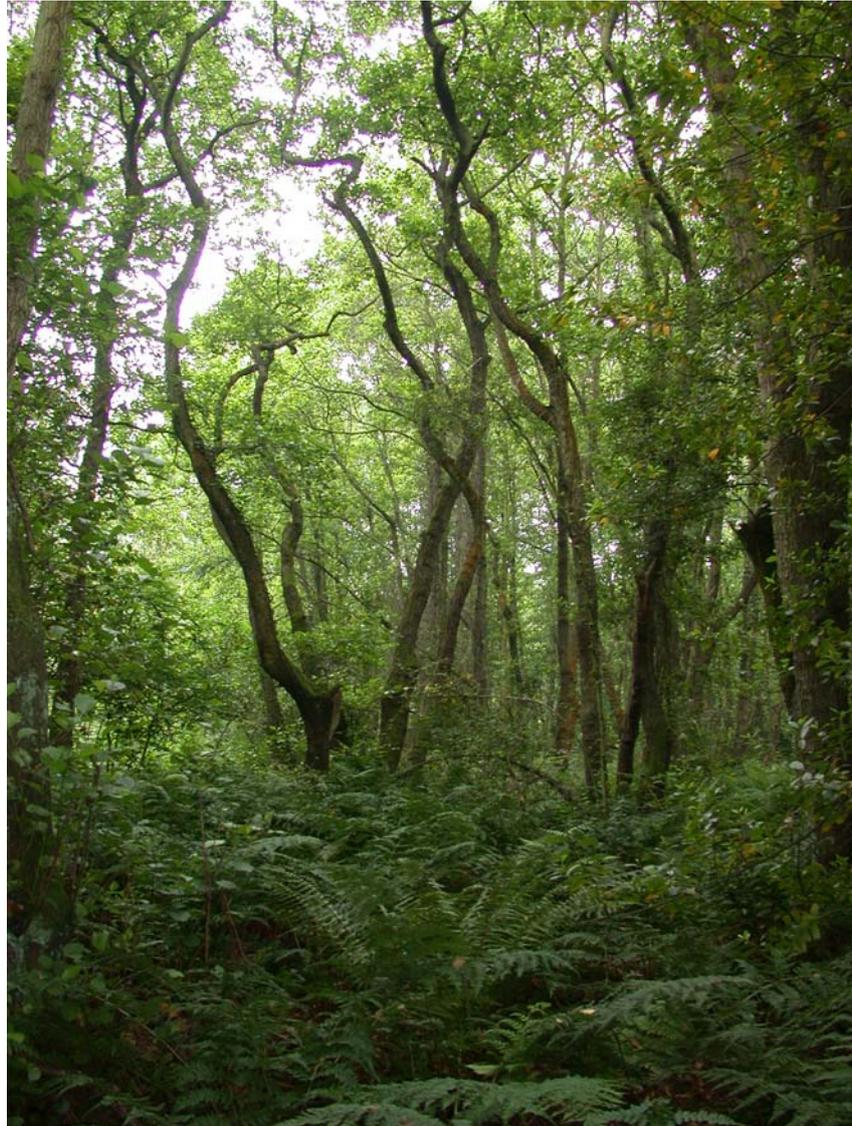


Foto 3.2: Aliseda pantanosa en la Sierra de Monte Areo cerca de Gijón.

arbóreos ribereños suelen convivir (alisos, fresnos, sauces), pero destacando unos en lugar de otros según las zonas, y compartiendo orlas según el piso bioclimático con elementos de robledal o hayedo. En las zonas más atlánticas de los valles y montañas interiores dominan las alisedas ribereñas, mientras que en las zonas más orocantábricas dominan las fresnedas ribereñas de *Fraxinus excelsior*. Menos comunes son las saucedas de *Salix alba* y otros sauces de porte arbustivo (*S. atrocinerea*, *S. caprea*, *S. fragilis*, etc.), que

se dan exclusivamente en los suelos de vega de textura fina (Díaz González & Vázquez, 2004).

3.2. Formaciones marcescentes

Los **melojares cantábricos** son bosques de *Quercus pyrenaica* que se desarrollan en las zonas menos húmedas de los pisos colino y montano inferior de la Cordillera Cantábrica (ya que esas zonas están normalmente ocupadas por robledales, hayedos y bosques mixtos), zonas

denominadas como submediterráneas. Este tipo de formación no está muy bien conservada en Asturias, ya que ha sido muy manejada antrópicamente. Dos tipos básicos se pueden diferenciar. De un lado los melojares cantábricos, donde el melojo se encuentra con *Quercus petraea*, y sus híbridos, en determinados enclaves silíceos subhúmedos de la montaña cantábrica, y donde suelen abundar *Frangula alnus* y *Pyrus cordata*, además de ciertas leguminosas y ericáceas arbustivas. De otro lado, el segundo tipo sería el de los melojares altonavianos, en la cuenca media y alta del río Navia, similares a los anteriores, pero donde el melojo en este caso comparte espacio con *Quercus robur* y sus híbridos, además de ser común el castaño.

3.3. Formaciones perennifolias

Las formaciones perennifolias (encinares, carrascales y alcornoques), fuera de su distribución mediterránea, se presentan de manera más o menos dispersa en la Región Eurosiberiana (Rivas-Martínez, 1987, 2007). En Asturias, ocupando menos del 0.2% de su superficie, pueden encontrarse desde el oriente hasta la cuenca del Navia al oeste, teniendo gran importancia biogeográfica debido a su carácter relictivo (Costa Tenorio *et al.*, 2001).

Dos tipos de encinares se localizan en Asturias. Uno de estos tipos son los **encinares costeros** de *Quercus ilex* spp. *ilex*, que se sitúan en laderas y crestas soleadas del piso colino de muchos afloramientos de calizas duras, en zonas prelitorales y litorales, siempre sobre sustratos desfavorables para el desarrollo de bosques planocaducifolios. Estos encinares son bastante densos, ya que las enredaderas y las lianas son abundantes (p.e. la hiedra, la

zarzaparrilla, la rubia y la nueza negra). Su sotobosque destaca por la aparición de especies con características lauroides como el laurel (*Laurus nobilis*), el madroño (*Arbutus unedo*) y el aladierno (*Rhamnus alaternus*), entre otras (Rodríguez Guitián, 2007). No es poco frecuente encontrar caducifolios como carbayos, fresnos y avellanos en su seno; y, en las rasas rocosas litorales, acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) (Bueno Sánchez & Fernández Prieto, 1991).

El segundo de estos tipos son los **carrascales cantábricos** de *Quercus ilex* spp. *ballota*, situados sobre laderas con fuertes pendientes, también calcáreas y soleadas de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, desde la cuenca del Narcea hasta los Picos de Europa (Foto 3.3). Entre su estrato arbustivo merece destacar el aladierno, el avellano, el aligustre (*Ligustrum vulgare*), el madroño y *Phyllirea latifolia*. El marcescente quejigo (*Quercus faginea*) puede también acompañar a la carrasca en estos sustratos calcáreos.

Una peculiaridad es la existencia, en los tramos medio y alto de la cuenca del Navia, de **alcornoques**. Esta manifestación, esporádica y fuera de su área de distribución habitual, habla de un pasado en el que la distribución del alcornoque debió ser mayor (Carrión *et al.*, 2000b; Costa Tenorio *et al.*, 2001). Aquí, *Quercus suber* ocupa zonas de carácter submediterráneo de media ladera, en solana, sobre sustratos silíceos y de baja altitud (menos de 500 m). Suelen estar asociados a madroñales e incluso a melojos y carbayos. Su composición florística es similar a la de los melojares y carbayales, de carácter acidófilo, pudiendo encontrar en él a *Erica arborea* y distintas leguminosas arbustivas como *Cytisus striatus* y *Ulex*

europaeus, y enredaderas como *Hedera helix*. El arraclán y *Pteridium aquilinum*

también son relativamente frecuentes en el seno de su sotobosque.



Foto 3.3: Carrascas sobre crestones calcáreos en las cercanías de Pola de Somiedo.

3. Bosques de Asturias

4. Antecedentes paleobotánicos del Holoceno asturiano

En este capítulo se exponen brevemente las investigaciones paleobotánicas realizadas en Asturias hasta la actualidad correspondientes al Holoceno. Se recogen estudios tanto de depósitos naturales, de diverso origen sedimentario, como de yacimientos arqueológicos. Para una mejor comprensión de los mismos, se muestran agrupados en depósitos litorales y prelitorales, valles y montañas interiores, y Cordillera Cantábrica (Fig. 4.1 y Tabla 4.1).

4.1. Registros litorales y prelitorales

1. Turbera de Buelna

Se localiza en el extremo nororiental asturiano, en la zona de rasas de las Sierras Planas de la Borbolla, llamadas así por la configuración horizontal de sus cumbres (Fig. 4.1). El registro palinológico de esta turbera ha sido estudiado por Menéndez Amor (1950a, 1950b) y Menéndez Amor & Florschütz (1961).

El primer análisis palinológico corresponde a Menéndez Amor (1950a, 1950b), quien analizó tres muestras de un sondeo de unos 170 cm. Una primera muestra a los 20 cm del registro, en la denominada ‘zona superior’, descrita como una capa superficial de turba bastante compacta, muy rica en raíces y restos vegetales, de color oscuro; una segunda muestra a los 80 cm, en la ‘zona media’, caracterizada por una capa de poco espesor, más compacta y con menos elementos vegetales; y, finalmente, una última y tercera muestra a los 165 cm del perfil, en la ‘zona inferior’, correspondiente a niveles de turba

muy oscura, sin restos vegetales, rica en granos de cuarzo.

La autora de este primer análisis de polen en la turbera de Buelna llevó a cabo el cálculo de los porcentajes de cada palinomorfo expresando cada uno de los taxa arbóreos como porcentaje relativo del total de polen arbóreo, práctica hoy en día en desuso ya que este cálculo se realiza respecto a la suma base polínica. Por ello, se han recalculado los porcentajes de cada uno de los palinomorfos siguiendo la práctica usual actual, obteniéndose así un nuevo diagrama polínico (Fig. 4.2), en el cual los taxa arbóreos representados son *Pinus*, *Alnus*, *Betula* y *Quercus*, habiendo quedado confirmada una pequeña presencia de *Corylus* en las tres muestras pero que no queda recogida en el diagrama polínico.

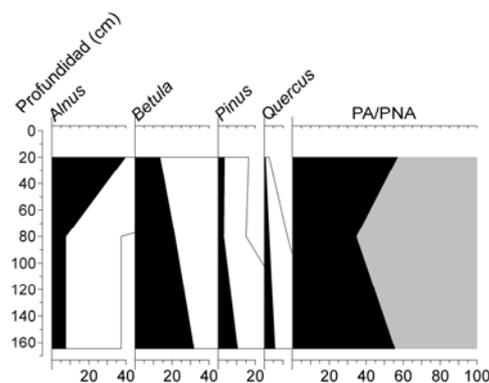


Figura 4.2: Diagrama palinológico de la turbera de Buelna (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).

La interpretación de este nuevo diagrama polínico es la siguiente: el análisis señala un predominio de granos de polen de *Betula* para las zonas inferior y media, mientras que en la superior el porcentaje

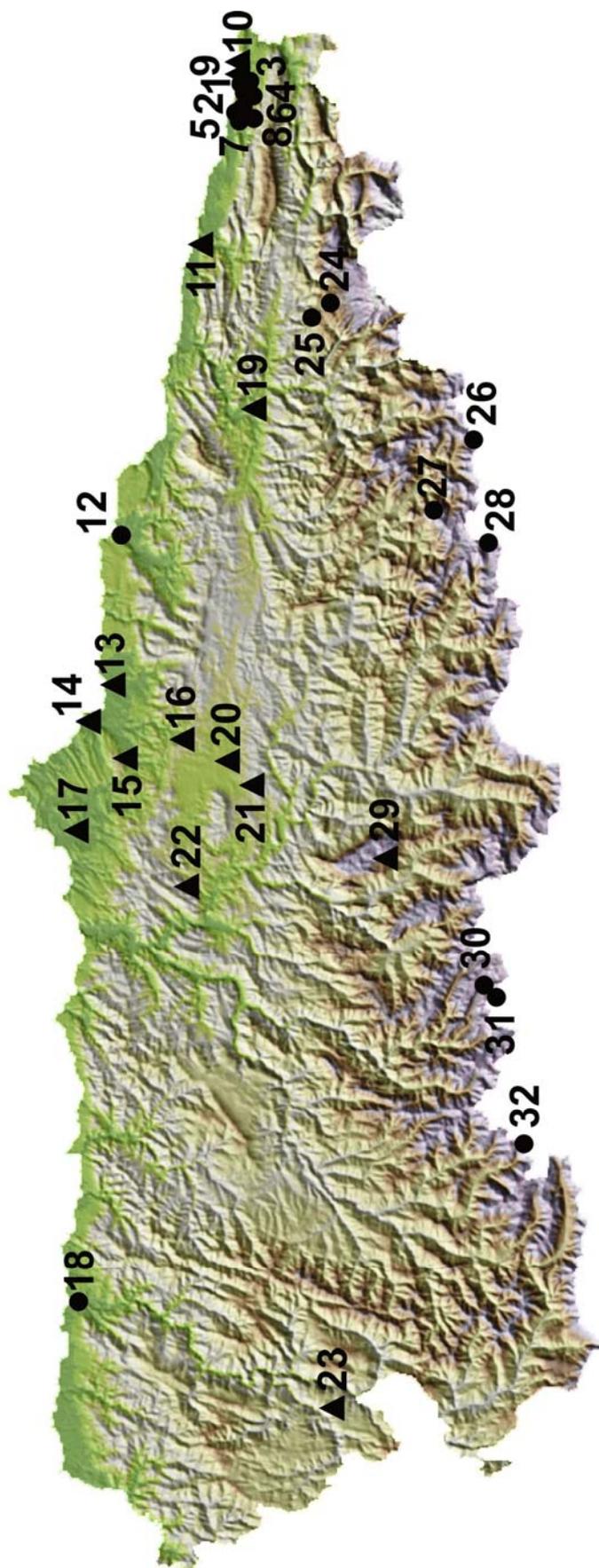


Figura 4.1: Ubicación de los registros paleobotánicos holocenos en Asturias. Los círculos hacen referencia a vaciamentos de origen natural, mientras que los triángulos hacen referencia a los de origen arqueológico.

Número	Yacimiento	Altitud (m)	Latitud N	Longitud O	Datos	Referencias
1	Turbera de Bueña	230	43° 23' 34"	4° 36' 55"	Palinología	Menéndez Amor (1950a); (1950b); Menéndez Amor & Florschütz (1961)
2	Paleosuelo de Buelna	~	43° 23' 18"	4° 36' 51"	Palinología	Florschütz & Menéndez Amor (1959)
3	Turbera de Buelna-La Franca	5	43° 23' 01"	4° 54' 01"	Palinología	Aguilar (1963)
4	Turbera de Pendueles	~	43° 23' 57"	4° 38' 09"	Palinología	Menéndez Amor (1950a); (1950b)
5	Turbera del Llano de la Mesa	~	43° 23' 21"	4° 38' 20"	Palinología	Menéndez Amor (1950a); (1950b)
6	Turbera del Llano Roñanzas	250	43° 22' 48"	4° 35' 58"	Palinología	Menéndez Amor (1950a); (1950b); Mary <i>et al.</i> (1973)
7	Turbera de Vidiego	~	43° 24' 03"	4° 39' 57"	Palinología	Menéndez Amor (1950a); (1950b)
8	Borbolla	50	43° 23' 01"	4° 39' 15"	Macrorrestos	García-Amorem (2007); García-Amorena <i>et al.</i> (2008)
9	Cueva del Pindal	24	43° 23' 49"	4° 33' 19"	Palinología	Ruiz Zapata <i>et al.</i> (2006); Jiménez-Sánchez <i>et al.</i> (2007)
10	Mazaculos II	35	43° 23' 16"	4° 34' 31"	Palinología y Atracología	González Morales <i>et al.</i> (1980); Uzquiano (1995)
11	La Riera	30	43° 25' 30"	4° 51' 48"	Palinología	Straus <i>et al.</i> (1981); (1983); Leroi-Gourhan (1986)
12	Villaviciosa	15	43° 31' 52"	5° 23' 40"	Palinología y Macrorrestos	García Antón <i>et al.</i> (2006); García-Amorena (2007); García-Amorena <i>et al.</i> (2008)
13	Termas de Campo Valdés	8	43° 32' 58"	5° 39' 38"	Palinología	Maniscal (1996)
14	La Campa Torres	~	43° 34' 22"	5° 41' 58"	Palinología y Carpología	Burjachs (2001); Buxó & Echave (2001a, 2001b)
15	Dolmen V y Túmulo XII de Monte Areo	265	43° 32' 20"	5° 45' 36"	Palinología y Atracología	Díaz González <i>et al.</i> (2002); Gómez-Orellana <i>et al.</i> (inédito)
16	El Castillo de Curiel (Peñaferuz)	~	43° 27' 14"	5° 43' 58"	Palinología y Atracología	Allué (2003); Burjachs (2003)
17	Santa María de las Raíces	~	43° 32' 567"	5° 59' 30"	Palinología	Fombella Blanco & García-Rovés (2006a)
18	Navia	10	43° 32' 46"	6° 43' 30"	Macrorrestos	García-Amorem (2007); García-Amorena <i>et al.</i> (2008)
19	Los Azules	600	43° 21' 35"	5° 06' 58"	Palinología y Atracología	López García (1981a); Uzquiano (1990); (1992); (1995)
20	Paredes	199	43° 23' 31"	5° 45' 44"	Palinología	Jiménez-Sánchez <i>et al.</i> (2004)
21	Castro de Llagú	282	43° 19' 57"	5° 53' 32"	Palinología	Fombella Blanco & García-Rovés (2006b)
22	Piedrafitia IV y V	400	43° 25' 35"	5° 59' 07"	Palinología	Dupré Ollivier (1985); (1986); (1988)
23	Castro Chao de Samartín	675	43° 12' 44"	6° 53' 14"	Palinología	Gil García <i>et al.</i> (2003); Ruiz Zapata <i>et al.</i> (2005)
24	Lagos Enol y Ercina	1146-1200	43° 16' 03"	4° 58' 41"	Palinología	Menéndez Amor (1975)
25	Depresión de Comeya	890	43° 17' 42"	4° 59' 32"	Palinología	Ruiz Zapata <i>et al.</i> (2001a); Jiménez Sánchez <i>et al.</i> (2003)
26	Puerto de Tarna	1415	43° 05' 26"	5° 12' 57"	Palinología	Ruiz Zapata <i>et al.</i> (2000); Jiménez Sánchez <i>et al.</i> (2003)
27	Cortegüero	1530	43° 06' 58"	5° 20' 29"	Palinología	Ruiz Zapata <i>et al.</i> (2001b); Jiménez Sánchez <i>et al.</i> (2003)
28	Puerto de San Isidro	1700	43° 03' 39"	5° 23' 13"	Palinología	Fombella Blanco <i>et al.</i> (2001); (2003); (2004)
29	Mata'l Casare	1300	43° 09' 46"	5° 56' 13"	Palinología	Dupré Ollivier (1985); (1986); (1988)
30	Lago de Ajo	1570	43° 02' 36"	6° 08' 11"	Palinología	McKeever (1984); Allen <i>et al.</i> (1996)
31	Laguna de la Mata	1500	43° 02' 18"	6° 09' 18"	Palinología	Belet (1993)
32	Puerto de Leitarrigos	1700	42° 59' 31"	6° 25' 00"	Palinología	García-Rovés <i>et al.</i> (2001); Fombella Blanco <i>et al.</i> (2003); García-Rovés (2007)

Tabla 4.1: Registros paleobotánicos holocenos en Asturias. Su número corresponde a la Fig. 4.1.

más elevado corresponde al género *Alnus*. Este hecho pudiera deberse a una posible desecación progresiva de la turbera y una consecuente colonización de las zonas higroturbosas por la aliseda. Es de destacar que el porcentaje de polen arbóreo es más bajo en la zona media que en la inferior, recuperándose de nuevo en la zona superior. Menéndez Amor (1950a, 1950b) cita, además, otros palinomorfos no arbóreos, incluyendo arbustos, herbáceas y ciertos pteridófitos, de los cuales no ofrece datos cuantitativos sobre sus porcentajes relativos individuales, siendo los casos más significativos *Erica*, *Salix* y *Polypodium*.

Menéndez Amor (1950a: 816) ubica la formación de esta turbera (zona inferior) en un intervalo cronológico que se correspondería con un clima frío y húmedo, que preliminarmente sitúa en el Preboreal atendiendo al predominio del abedul; mientras que las otras dos muestras corresponderían, probablemente, a momentos climáticos templados (desde el periodo paleoclimático Atlántico hasta la actualidad) donde es más frecuente el aliso.

A pesar del evidente interés de este primer estudio palinológico de la turbera de Buelna, más teniendo en cuenta la fecha en que fue realizado y el carácter prácticamente inédito que por entonces tenían los estudios de esta índole, actualmente no se puede dejar de señalar que la falta de dataciones radiocarbónicas en este registro, así como en otros que se comentarán posteriormente, y la parquedad del número de muestras estudiadas para un registro sedimentario tan amplio, impiden cualquier tipo de aproximación que se pretenda hacer para reconstruir tanto la evolución de la vegetación del área como de las condiciones paleoclimáticas durante el Holoceno.

El segundo estudio palinológico de esta turbera se realizó en 1957, aunque no fue publicado hasta años más tarde por Menéndez Amor & Florschütz (1961). Corresponde a un sondeo diferente al anterior, en la misma zona del Llano de la Borbolla, aunque su potencia estratigráfica (136 cm) es distinta, ya que en este nuevo sondeo la capa de turba tiene un espesor aproximado de 120 cm y reposa sobre un lecho de arcillas. Se estudiaron 15 muestras y cuenta con dos dataciones radiocarbónicas de 2260 ± 45 BP (75 cm; 2348-2153 cal BP; 399-204 cal BC) y 1775 ± 65 BP (50 cm; 1863-1543 cal BP; 87-407 cal AD). Los autores sugieren una tasa de sedimentación de esta turbera de 5 cm cada 100 años, a partir de la cual extrapolan la cronología aproximada del resto del depósito sedimentario, afirmando (Menéndez Amor & Florschütz, 1961: 89) que la turbera inició su sedimentación hacia la segunda mitad del Subboreal, culminando en el siglo VIII cal AD pues suponen que la turbera está actualmente 'muerta'. Debería precisarse, no obstante, que la fecha más antigua de las dos citadas está comprendida en el tramo medio del perfil, por lo que cabe la posibilidad de que la base de la capa de turba sea aún mucho más antigua que la cronología supuestamente Subboreal, es decir que incluso pueda haberse iniciado en el periodo paleoclimático Atlántico sino antes. En todo caso es una hipótesis preliminar, ya que la ausencia de cualquier otra datación para la base del registro impide mayor precisión cronológica.

La mitad inferior del registro palinológico (136-85 cm) está dominada por el llamado *Quercetum mixtum*, en el cual el elemento arbóreo mayoritario es casi exclusivamente *Quercus*. En el resto de la secuencia (85-10 cm), el predominio

porcentual corresponde tanto a *Alnus* como al *Quercetum mixtum*, aunque las especies no arbóreas empiezan a cobrar mucha mayor importancia con el aumento porcentual progresivo de Ericaceae -las cuales al final de la secuencia disminuyen notablemente-, Poaceae y Cyperaceae. Los porcentajes de *Betula* oscilan durante toda la secuencia entre el 10 y el 20%, adquiriendo importancia en alguna muestra, como a los 66 cm, donde es el taxón dominante (30%) junto a *Alnus*. *Pinus* y *Salix* están poco representados (<5%), desapareciendo el primero de ellos hacia el final del diagrama (ca. 40 cm). Es importante señalar la aparición, siempre constante aunque en bajo porcentaje (ca. 1%), del haya (*Fagus*), a partir de los 50 cm del perfil, manteniéndose constante hasta el final de la secuencia. *Corylus*, como el abedul, aparece en todo el perfil pero con porcentajes sumamente fluctuantes.

Menéndez Amor & Florschütz (1961: 91) sugieren que el incremento que experimentan los porcentajes de polen no arbóreo, especialmente Ericaceae y Poaceae, en la mitad superior del diagrama polínico, debe tener relación con el desarrollo de procesos de deforestación de carácter regional, y sitúan sus inicios hacia el siglo I cal AD, ya que el máximo de Ericaceae (ca. 40 cm) se advierte justo por encima de la datación de 1775 ± 65 BP. Teniendo en cuenta la calibración de esta fecha (87-407 cal AD), deberían ampliarse, sin embargo, esos eventos deforestadores, en un marco cronológico impreciso entre finales del siglo I e inicios del V cal AD.

2. Paleosuelo de Buelna

Florschütz & Menéndez Amor (1959) recabaron su atención en un perfil

provisto de varias capas, aparecido en un corte lateral de la carretera que se estaba construyendo de Buelna a Pendueles (Fig. 4.1). Se interesaron por una de las capas, de unos 7 cm, constituida por un pavimento de piedras que sería el reflejo de un fenómeno periglacial como resultado de la acción de vientos muy fuertes durante la última glaciación, el cual habría transportado arenas finas a dicho perfil. Por ello analizaron palinológicamente la capa superior de arenas finas a partir de tres muestras, y lo compararon con el registro polínico antes citado obtenido en la turbera de Buelna (Menéndez Amor & Florschütz, 1961) que, aunque es posterior en su publicación, se realizó con anterioridad al estudio del paleosuelo.

En el paleosuelo de Buelna encontraron ciertas similitudes entre las tres muestras de la capa de arena analizadas y el tramo comprendido entre los 40 y 50 cm de la turbera, por lo que infirieron que la deposición sedimentaria había ocurrido aproximadamente entre los siglos II y III cal AD. En estas muestras del paleosuelo *Alnus* cobra importancia frente al *Quercetum mixtum*, documentándose porcentajes bajos de *Betula*, *Fagus* y *Pinus*, y una representación importante de *Corylus*.

Este trabajo resulta muy interesante en base al planteamiento que establecen los autores (Florschütz & Menéndez Amor, 1959: 135-136) respecto a si los granos de pólenes y esporas identificados se depositaron juntamente con la arena o si penetraron con posterioridad por percolación, preguntándose sobre la idoneidad de este tipo de contexto sedimentario para su análisis palinológico. Al hilo de lo anterior, diferencian entre suelos de 'base estática' y suelos de 'base

dinámica', entre los cuales los primeros se formaron sobre un sedimento ya presente, por lo que los palinomorfos pueden ser contemporáneos o posteriores, no siendo por tanto susceptibles de análisis palinológicos; mientras que los segundos se originaron conjuntamente con el sedimento y permiten estos análisis. El paleosuelo de Buelna sería de éstos últimos (Florschütz & Menéndez Amor, 1959: 138), y por lo tanto su análisis es susceptible de aportar información palinológica.

3. Turbera de Buelna-La Franca

Este estudio corresponde a una Tesis de Licenciatura que, bajo la dirección de Menéndez Amor, realizó Aguilar (1963) sobre una turbera situada en el mismo entorno de las Sierras Planas de la Borbolla. Se estudió un sondeo de 115 cm de profundidad, formado por turba arenosa. Este trabajo posee más resolución que los que realizó Menéndez Amor (1950a, 1950b) en la zona, ya que se estudiaron 19 muestras.

Comparando con el diagrama de Buelna (Menéndez Amor & Florschütz, 1961), que posee dataciones radioarbóricas, la autora sitúa el inicio de la formación de la turbera hace unos 2575 años. En todo el diagrama hay una preponderancia de *Corylus* y *Quercetum mixtum* (*Quercus*, *Fraxinus*, *Tilia* y *Ulmus*), al igual que presencias de *Fagus*. Los porcentajes de *Pinus* están entre 10-20%; mientras que *Alnus* empieza teniendo porcentajes de entre el 20-30% para, posteriormente, pasar a menos del 20% a partir de los 80 cm, aumentando entonces *Quercetum mixtum*. Los altos porcentajes que aparecen desde el principio de Ericaceae y Poaceae indican que la turbera es bastante reciente, ya que abundan las plantas antrópicas.

4. Turbera de Pendueles

La turbera de Pendueles, al igual que la de Buelna, se encuentra en la zona nororiental asturiana, en las mismas rasas de las Sierras Planas de la Borbolla (Fig. 4.1). El estudio de esta turbera fue llevado a cabo por Menéndez Amor (1950a, 1950b). La autora analizó únicamente tres muestras de un sondeo de unos 270 cm. Estas muestras comprenden: una capa superior (que alcanza poco más de 20 cm de profundidad, formada por turba de aspecto suave, muy abundante en raíces y restos vegetales, situándose la muestra justo a los 20 cm), una capa media (de turba que llega hasta los 160 cm de profundidad, compacta y dura, presentando muchos restos vegetales, con una muestra a los 160 cm), y una capa inferior (que llega hasta los 270 cm, donde ya se alcanzan niveles arenosos, extraordinariamente dura y compacta, con una muestra polínica a los 270 cm).

Para entender mejor los datos de este trabajo, como en el anterior caso de la turbera de Buelna, los porcentajes de algunos de los palinomorfos indicados se han recalculado de nuevo respecto a la suma base polínica, ya que la autora expresa el porcentaje de los pólenes arbóreos sobre el 100% de éstos que no respecto a la suma base. Con este planteamiento actual se ha realizado un nuevo diagrama polínico (Fig. 4.3). Los taxa arbóreos que aparecen son *Pinus*, *Alnus*, *Betula* y *Quercus* (*Corylus* tiene pequeña presencia en las muestras de las capas media e inferior).

En la capa superior el análisis polínico señala un dominio del género *Betula* entre las especies arbóreas. Además la autora señala, pero sin dar datos cuantitativos de porcentajes polínicos, que

entre los pólenes no arbóreos destaca el género *Erica* y que las criptógamas alcanzan escasa representación. En la capa media también dominarían los mismos géneros, mientras que en la capa inferior *Betula* sería dominante entre las arbóreas, y *Erica* y *Sphagnum* entre las no arbóreas.

La tendencia general se manifiesta como un descenso progresivo del porcentaje polínico de *Betula*, sin dejar de ser el taxón arbóreo dominante, y un aumento del de *Alnus*, es decir, resultados muy semejantes a los antes comentados para la turbera de Buelna. El porcentaje de polen arbóreo disminuye en la secuencia estudiada con la desaparición del género *Quercus* en el tramo superior y un descenso del porcentaje de *Pinus*. La ubicación cronológica de esta turbera coincide con la dada por la misma autora para Buelna.

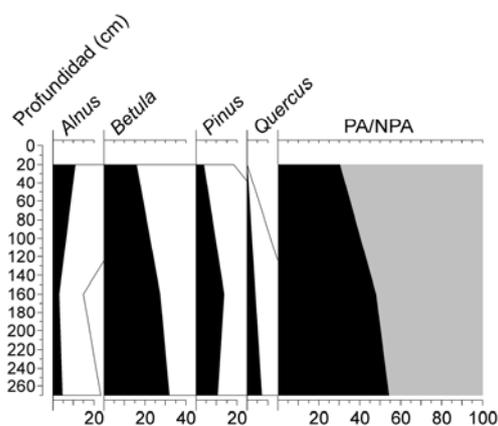


Figura 4.3: Diagrama palinológico de la turbera de Pendueles (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).

En este estudio, al formar parte del mismo trabajo que el de Buelna, aparecen los mismos problemas interpretativos sobre su ubicación cronológica, ya que no existen dataciones radiocarbónicas, el número de muestras estudiadas para un registro sedimentario tan amplio es muy escaso, y

falta documentación respecto de muchos palinomorfos que fueron identificados. Todo ello limita su interpretación.

5. Turbera del Llano de la Mesa

La turbera Llano de la Mesa, al igual que las dos anteriores turberas, se encuentra en la zona nororiental de Asturias (Fig. 4.1). También fue estudiada por Menéndez Amor (1950a, 1950b). Este registro turboso cuenta con una secuencia de 204 cm, donde los primeros 23 cm están constituidos por raíces sin descomponer, los siguientes 25 cm por turba compacta, agrietada y de color oscuro con muy pocas raíces, y el resto está formado por turba sin raíces, negra y muy compacta.

Para este estudio se analizaron dos muestras, una a 48 cm y otra hacia la base de la secuencia (200 cm). Recalculando los porcentajes polínicos, de la misma manera que en las anteriores secuencias, se obtiene un nuevo diagrama polínico (Fig. 4.4).

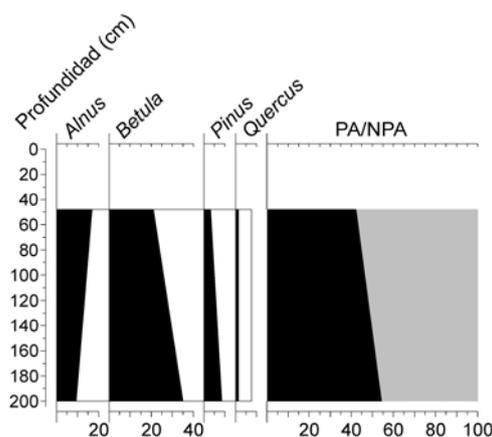


Figura 4.4: Diagrama palinológico de la turbera del Llano de la Mesa (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).

La tendencia general es la misma que en la de los diagramas palinológicos de las turberas de Buelna y Pendueles,

disminuyendo progresivamente el porcentaje de polen arbóreo, al igual que el de *Betula*, y aumentando el de *Alnus*. En la muestra superior, debido al descenso del polen arbóreo se manifiesta bastante el aumento de *Erica*, según comenta la autora, aunque sin datos cuantitativos que lo muestren. *Corylus* posee escasa representación en las dos muestras.

La autora determina la edad aproximada de la base de la secuencia en la misma edad que en las turberas anteriormente citadas de esta misma zona y englobadas en una misma publicación. Las limitaciones cronológicas interpretativas son las mismas, aunque no debe dejar de señalarse el carácter innovador de este tipo de estudios paleopalinológicos para su época, por lo que a pesar de todo tienen un gran valor.

6. Turbera del Llano Roñanzas

Esta turbera, también conocida en la bibliografía como turbera de Roñances o Ronanzas, se encuentra igualmente en las Sierras Planas de la Borbolla (Fig. 4.1). Fue estudiada por Menéndez Amor (1950a, 1950b) y, posteriormente, por Mary *et al.* (1973).

Se caracteriza, según la autora de su primer estudio (Menéndez Amor, 1950a, 1950b), por presentar dos capas bien diferenciadas: la superior está formada por un material muy flojo con muchas raíces finas entremezcladas y de color claro que llega hasta los 60 cm, donde se cogió la primera muestra; y la capa inferior donde la turba es más compacta, sin raíces y oscura que alcanza 170 cm, donde se tomó la segunda muestra.

El diagrama polínico, recalculando los porcentajes, puede verse en la Fig. 4.5, donde para su elaboración se han seguido los mismos criterios que en los casos anteriores.

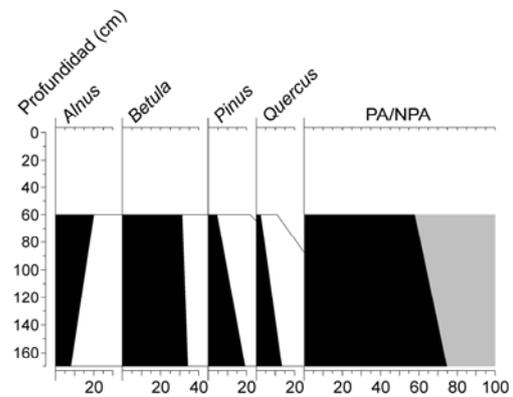


Figura 4.5: Diagrama palinológico de la turbera del Llano Roñanzas (modificado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).

La tendencia del diagrama es a un descenso del polen arbóreo, pero no de manera tan acusada como en los casos anteriores, que coincide, en este caso, con un descenso de los géneros *Pinus* y *Quercus*; mientras que *Betula* apenas sufre cambios entre las dos muestras y *Alnus*, al igual que en las turberas anteriormente mencionadas, aumenta su porcentaje polínico. El trabajo de Menéndez Amor (1950a, 1950b) destaca la presencia importante de *Sphagnum* y *Erica* en la zona inferior, y de *Erica* en la superior. *Corylus* tiene poca representación en las dos muestras.

La edad asignada por la autora a la formación de la turbera es la misma que la mencionada anteriormente para las turberas del mismo estudio, con los mismos problemas interpretativos: dos muestras en una secuencia de 170 cm y sin ninguna datación radiocarbónica ofrecen una información muy restringida sobre la que apoyar un estudio sobre la historia de la vegetación holocena.

Mary *et al.* (1973) estudiaron esta turbera de nuevo, con un sondeo cuya potencia fue de 250 cm. La base del diagrama se dató en 3210 ± 110 BP (3700-3084 cal BP; 1751-1135 cal BC) y la mitad de la secuencia se dató en 1450 ± 90 BP (1538-1180 cal BP; 412-770 cal AD), por lo que probablemente la ubicación cronológica de ésta y de otras turberas cercanas de las Sierras Planas de la Borbolla a los inicios del Boreal o del Preboreal, como sostenía Menéndez Amor (1950a, 1950b), es poco o nada factible. Además, en este trabajo sí se muestran los espectros polínicos de otros taxa además de los arbóreos, y la precisión taxonómica es mayor. En este nuevo trabajo es bastante importante la alta representación de *Corylus*, y también de porcentajes nada desdeñables de Poaceae y Ericaceae, indicando una antropización ya en la base de esta secuencia, al igual que la aparición esporádica de pólenes de cereal. Los autores indican que el polen de pino encontrado no es de *Pinus sylvestris*, algo interesante ya que inicialmente estos porcentajes podrían indicar la existencia de otros pinos en las cercanías de la costa (tipo *Pinus pinaster*). La mayor precisión taxonómica de este trabajo también es importante a la hora de señalar la posible existencia de encinares cantábricos costeros con acebuche, ya que aparecen presencias de *Quercus* tipo *ilex* y de *Olea*. Reseñable es también la aparición intermitente de *Fagus* desde el principio del diagrama para, en el último cuarto, volverse continua, indicando la expansión del hayedo mediado, probablemente, por procesos antrópicos.

7. Turbera de Vidiago

Esta turbera es la última del trabajo sobre las turberas orientales asturianas de Menéndez Amor (1950a, 1950b). Se sitúa en

las cercanías de las demás, sobre las mismas rasas (Fig. 4.1).

En la secuencia de esta turbera destacan dos zonas: una superior de turba de color claro formada por raíces, que llega hasta los 33 cm; y una inferior más compacta, oscura y casi sin raíces que sobrepasa los 130 cm de profundidad. Las muestras se cogieron en los 33 cm y en la base de la secuencia.

En el nuevo diagrama polínico obtenido a partir de los datos de la autora (Fig. 4.6) puede verse un descenso muy notable del porcentaje de polen arbóreo, que pasa de 72.4 a 15.8 %. La tendencia general de los taxa arbóreos es a un descenso de todos ellos y a un dominio del género *Betula* sobre el resto, aunque en la muestra superficial existe una gran abundancia de *Erica*, sin tener datos particulares de sus porcentajes polínicos, relacionada con el descenso del polen arbóreo.

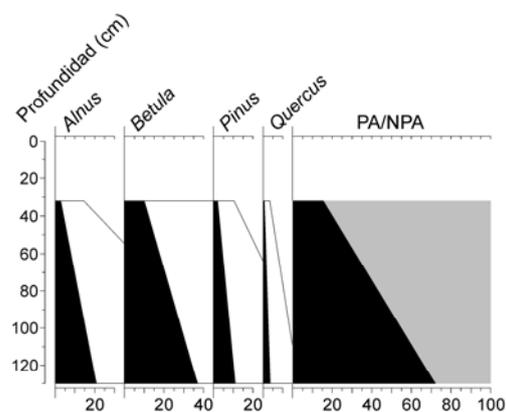


Figura 4.6: Diagrama polínico de la turbera de Vidiago (redibujado de Menéndez Amor, 1950a, 1950b).

La edad asignada a esta turbera es, igualmente que en las anteriores, el inicio del Boreal, aunque según lo visto en Llano Roñanzas es una asignación cronológica incorrecta. No parece necesario volver a

señalar la escasez del trabajo en cuanto a número de muestras y dataciones, ya que ha quedado constancia de ello anteriormente.

8. Borbolla

También en el oriente asturiano, los macrorrestos vegetales del yacimiento natural prelitoral de Borbolla (Fig. 4.1) han sido estudiados por García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008). Estos macrorrestos consistieron en dos restos leñosos de *Quercus* subgénero *Quercus*, que probablemente corresponden a *Quercus robur*, y que confirman la presencia *in situ* de esta especie en la zona. Estos fósiles son de cronología bastante reciente y están fechados en 1000 ± 50 BP (1051-788 cal BP; 899-1162 cal AD). Este tipo de estudios es muy importante para poder establecer las distintas especies de roble *in situ*, ya que polínicamente no pueden diferenciarse los distintos robles caducifolios.

9. Cueva del Pindal

La Cueva del Pindal se localiza también en las rasas orientales asturianas, a 24 m de altitud (Fig. 4.1), y su análisis polínico corresponde a Ruiz Zapata *et al.* (2006) y Jiménez-Sánchez *et al.* (2007). De los sedimentos estudiados hay algunos que son estériles, pero aun así los autores diferencian tres fases fundamentales que serían anteriores a la datación U-Th de 2700 ± 500 BP realizada sobre espeleotemas que recubren los sedimentos. La primera fase se caracteriza por un alto porcentaje de polen arbóreo, sobre todo de *Corylus* y *Ulmus*; la segunda etapa muestra un desarrollo de *Quercus* caducifolio y Ericaceae; mientras que la aparición de *Fagus* es la característica principal de la última fase, algo común con la turbera del Llano Roñanzas estudiada por

Mary *et al.* (1973), aunque en este trabajo no aparecen *Quercus* perennifolios. Poco más se puede precisar en cuanto a cronología y composición florística, pues son pocas muestras y pocos taxa los que aparecen.

10. Mazaculos II

Mazaculos II es una cueva prehistórica que posee un conchero Asturiense (fase inicial del Mesolítico) (González Morales *et al.*, 1980). Está situada en la zona de La Franca, igualmente en la parte este de Asturias, muy cercana al mar (Fig. 4.1). La cronología sería de inicios del Holoceno, ya que se posee una fecha de 9290 ± 440 BP (11965-9442 cal BP; 10016-7493 cal BC) para un resto vegetal encontrado en la base del conchero.

Durante la excavación (González Morales *et al.*, 1980), en el yacimiento se obtuvieron numerosos fragmentos de madera quemada para su identificación antracológica. La mayor parte de los restos corresponden a leños de carbayo (*Quercus robur*), aunque también se han encontrado fragmentos de *Betula* sp. Además, se analizaron paleopalinológicamente varias muestras, pero resultaron ser estériles.

Posteriormente, Uzquiano (1995) realizó un estudio antracológico de tres muestras, de entre ca. 7000-5100 BP (ca. 7900-5900 cal BP; 6000-4000 cal BC). En él aparecen varias especies del género *Quercus*, siendo *Quercus robur/petraea* el más abundante, acompañado de *Corylus* y *Fraxinus*, y de varios taxa del género *Prunus*. Muy interesante es la aparición de *Quercus ilex* y de, sobre todo, *Arbutus unedo*, indicadores de la presencia de encinares cantábricos en la costa oriental asturiana. También es notoria la aparición,

aunque sea puntual, de restos de *Fagus sylvatica* para esta cronología; mostrando que zonas refugio para este taxón debieron de existir de manera regional en el área de estudio durante el Holoceno medio.

11. La Riera

El yacimiento arqueológico de La Riera es una cueva cercana a Posada de Llanes, en el oriente asturiano, a 1.5 km del mar (Fig. 4.1). El estudio palinológico de sus sedimentos (Straus *et al.*, 1981, 1983; Leroi-Gourhan, 1986) comprende una cronología más antigua que la ocupada en esta Tesis Doctoral, que va desde hace más de 20 mil años hasta el primer tercio del Holoceno. Por ello, poca información paleoecológica puede extraerse de los niveles de cronología holocena, pero aun así varios aspectos son importantes: i) el taxón arbóreo mayoritario es *Corylus*, con porcentajes que oscilan entre el 20 y el 40%, mientras que *Pinus*, *Betula*, *Quercus* caducifolio, *Ulmus* y *Tila* aparecen con menores porcentajes; ii) es de destacar la presencia de *Juglans* de manera esporádica desde inicios del Holoceno, hecho importante que demuestra su carácter autóctono, y no su exclusiva introducción en época romana cuestionada en ocasiones (Sánchez Goñi, 1988; Carrión & Sánchez-Gómez, 1992).

12. Villaviciosa

García Antón *et al.* (2006) estudiaron el sondeo número 10 de un total de 14 obtenidos en el estuario de Villaviciosa (Fig. 4.1) por Pagés *et al.* (2003). Este sondeo tiene una profundidad de 609 cm, de los cuales se estudió palinológicamente el intervalo entre 70 y 500 cm, por lo que la cronología no llega

hasta la actualidad. Aun así es el estudio más completo y continuo de la costa central asturiana desde un punto de vista pelopalínológico.

La secuencia comienza a 6180 ± 40 BP (7234-6951 cal BP; 5285-5002 cal BC), hacia el Óptimo Climático Holoceno, por lo que no posee los inicios del Holoceno. En este Óptimo, la vegetación de la zona se caracteriza por un denso bosque de roble con *Corylus* (80-90% de polen arbóreo), y también acompañado por otros caducifolios como *Betula*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fagus*, *Populus*, *Salix* y *Alnus*. Más adelante, el aliso se extiende hará unos 2800 años, justo antes de la datación 2610 ± 70 BP (2864-2470 cal BP; 915-521 cal BC) coincidiendo con la bajada de porcentajes de otros árboles, sobre todo de *Quercus* caducifolio, el comienzo procesos deforestadores, la aparición de pastos (aumento de los porcentajes de Asteraceae liguliflorae, *Anthemis* tipo, Chenopodiaceae y *Plantago* sp.), y el inicio de la curva constante de *Fagus*. Esta continuidad del haya probablemente esté asociada a procesos antrópicos, aunque hay que señalar que está presente desde los inicios de la secuencia, lo cual indicaría la existencia de zonas refugio para esta especie en un ámbito regional, como se ha comentado para Mazaculos II.

Interesante en este trabajo es la también aparición continua de *Quercus* perennifolio y, de manera esporádica, de *Olea*, *Ligustrum* y *Rhamnus*, que indicarían la presencia de esos encinares costeros, anteriormente comentados, en las cercanías de Villaviciosa, que habrían quedado en estas costas guarecidos desde el último máximo glacial. Otra característica de este estudio son los bajos, pero continuados, porcentajes de *Pinus* (nunca mayores del

10%), que probablemente hagan referencia a enclaves de pinar en la Cordillera Cantábrica.

García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008) estudiaron los macrorrestos encontrados, tanto restos leñosos como foliares y de frutos, en varios niveles (A, B, C, D y E) entre los sondeos 5, 6, 7 y 8. Estos macrorrestos, 60 en total, abarcan una edad de entre 6360 ± 70 BP (7166-7424 cal BP; 5475-5217 cal BC) y 1230 ± 70 BP (984-1288 cal BP; 662-966 cal AD). Los taxa más abundantes son *Quercus robur*, *Salix atrocinerea*, *Corylus avellana* y *Alnus glutinosa*. Además, se han encontrado tres restos leñosos de *Vitis* sp. fechados entre 4000-1000 cal BP, que junto con restos de *Fraxinus* sp., *Ulmus minor*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus* sp., *Arbutus* sp. y frondes de *Pteridium aquilinum*, permiten obtener una idea muy aproximada sobre la diversidad taxonómica de los bosques planocaducifolios en las cercanías de la ría y estuario de Villaviciosa.

13. Termas de Campo Valdés

Estas termas son consideradas como uno de los conjuntos más importantes de ruinas romanas descubiertos en el norte de España, y están situadas en Cimadevilla (Gijón) a 8 m de altura, en la costa central de Asturias (Fig. 4.1). El espacio sobre el que se edificaron estaba ocupado por construcciones anteriores al último cuarto del siglo I cal AD. Entre finales del siglo I y principios del siglo II cal AD se levantó un primer edificio termal de orientación nortesur formado por una sucesión de ambientes fríos y cálidos, siguiendo un eje lineal. Las termas permanecieron ocupadas a lo largo de los siglos III y IV cal AD, pero sin conservar su función original. La

continuidad de la ocupación durante los siglos siguientes queda reflejada en un depósito de materiales tardoantiguos fechado entre los siglos V-VI cal AD. Finalmente, durante el Medievo, el espacio fue reutilizado como una necrópolis. Hoy en día en este lugar se encuentra la iglesia de San Pedro, fundada a principios del siglo XV, aunque es posible que existiese un templo anterior.

El análisis polínico de las termas fue realizado por Mariscal (1996). Las muestras se recogieron de las estancias A y E del yacimiento, pero en el trabajo sólo se comentan las de la estancia A “por ser la más representativa y la que aporta un mayor contenido de palinomorfos representados en los correspondientes gráficos polínicos” según comenta la autora. En este estudio se superaron los 150-200 granos de polen por muestra, aunque no se especifica el número exacto ni si se incluyeron o no en esa suma polínica los helechos y otros taxa sacados de la suma polínica comúnmente. Los datos son presentados como porcentajes sobre un total y representados en diagramas circulares, hecho que dificulta su interpretación al no ser el modelo empleado normalmente. El porcentaje de polen arbóreo es de un 42.1 % y el de polen no arbóreo de un 57.9%, excluyendo el de esporas, helechos y de *Varia* (pólenes indeterminados, en mal estado y rotos), pero sin excluir el de Asteraceae, Cyperaceae y otras plantas antrópicas y acuáticas, por lo que es de esperar que el porcentaje de PNA esté sobrerrepresentado y, entonces, adquiera una mayor importancia que el de PA. Siguiendo estos porcentajes, la autora aprecia un ligero predominio de las especies no arbóreas con respecto a las arbóreas, entre las cuales distingue herbáceas de zonas húmedas como Alismataceae, Cyperaceae, Labiatae, etc.;

herbáceas de zonas ruderales como Araliaceae y Urticaceae; y herbáceas de los cultivos y setos, pero sin incluir los porcentajes de cada taxón de manera individual. La diferenciación que hace no es taxonómica, sino ecológica, presentando los siguientes tipos de vegetación herbácea: herbáceas antrópicas (*Allium* sp., *Apium* sp., *Rubus* sp. y *Rosa* sp.), herbáceas higrófitas (*Scirpus* sp. y *Juncus* sp.), herbáceas litorales (*Koeleria* sp. y *Festuca* sp.), herbáceas ruderales (*Artemisia* sp., *Hedera helix* y *Urtica* sp.) y herbáceas de sotobosque (*Lonicera* sp., helechos, musgos de género *Polytrichum* y lo que denomina miscelánea). Amén de la incoherencia metodológica señalada, de la imposibilidad de aceptar dichos grupos ecológicos, y del hecho de considerar como herbáceos taxones arbustivos u otros que ni siquiera son plantas vasculares, la autora obvia en su interpretación algunos palinomorfos que ella misma señalaba y que no incluye en ninguno de dichos grupos (p.e. Alismataceae, Cyperaceae, Labiatae). Además, algunas identificaciones taxonómicas son muy dudosas, por no decir imposibles, caso de la diferenciación que señala dentro de Poaceae.

En base a todo ello, en este trabajo se decidió recalcular sus porcentajes, siguiendo los preceptos señalados, básicos en estudios arqueopalinológicos (López

Sáez *et al.*, 2003), con el objetivo al menos de intentar obtener algún tipo de información paleoecológica de este registro. Rehaciendo sus diagramas y representándolos en una sola figura (Fig. 4.7) pueden verse los taxa arbóreos y los no arbóreos. Los taxa arbóreos nos muestran un bosque mixto planocaducifolio típico de la Región Eurosiberiana. La especie dominante sería el roble, acompañada de otras especies secundarias como el castaño, el arce, el fresno y el olmo, y especies típicas de ribera como los chopos y los sauces.

Los taxa herbáceos son difíciles de interpretar debido a la clasificación propuesta por la autora de los mismos, ya que no se sabe a ciencia cierta a cuáles se refiere. Debe comentarse, no obstante, que las herbáceas antrópicas y ruderales tienen porcentajes altos que indicarían una deforestación más o menos intensa; que las herbáceas higrófitas y de sotobosque se encontrarían formando parte de los bosques mixtos que se situarían donde no hubiera antropización; y que las herbáceas litorales estarían en las zonas más cercanas al mar durante las primeras centurias después de Cristo (Mariscal, 1996). Aun así toda la información que maneja la autora, y la interpretación que realiza, considerando que proviene de una única muestra, debe tomarse con suma precaución.

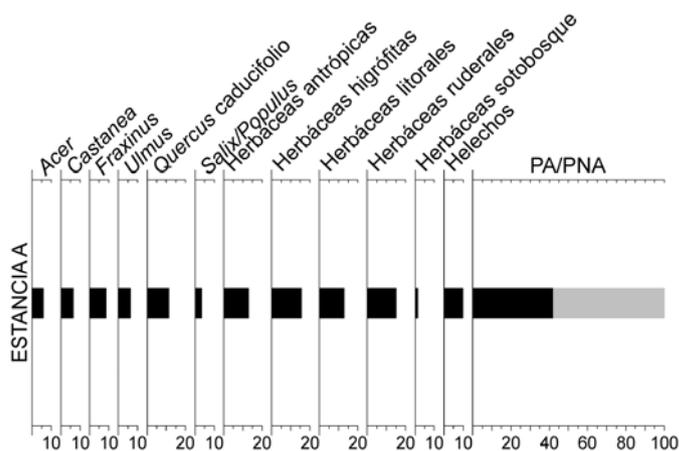


Figura 4.7: Diagrama palinológico de las Termas romanas de Campo Valdés (modificado de Mariscal, 1996).

14. La Campa Torres

Burjachs (2001) estudió 16 muestras del castro prerromano de La Campa Torres, en la zona prelitoral del centro de Asturias (Fig. 4.1), cronológicamente ubicadas en la Segunda Edad del Hierro: 9 de ellas corresponden a un perfil entre 0-135 cm de profundidad del sector XVII del yacimiento; otras 5 al sector XVIII de un perfil entre 0-50 cm; y 2 a una excavación del pozo. De todas estas muestras sólo tres de ellas resultaron estadísticamente representativas: la muestra a 135 cm del perfil del sector XVII y las dos del pozo. Del resto, el autor representa diagramas de presencia/ausencia de los diferentes taxa.

Se ha redibujado el diagrama de este estudio (Fig. 4.8), excluyéndose las Asteraceae liguliflorae y tubuliflorae de la suma base, por su carácter zoófilo, pues no se hizo en el trabajo original, ya que en estos contextos suelen estar sobrerrepresentadas (López Sáez *et al.*, 2003).

En la muestra fértil del sector XVII puede observarse un alto porcentaje de arbustos y herbáceas, que indican una fuerte

matorralización y apertura del medio, y por lo tanto una intervención humana. Las dos muestras del pozo también manifiestan una intensa antropización, donde la apertura es todavía mayor, probablemente debido al cultivo de cereal, y se produce un descenso de la matorralización. Son de destacar los bajos porcentajes de *Quercus* caducifolio, superados por los de *Quercus* perennifolio. Esto podría indicar una antropización de los bosques de roble mientras que las zonas más costeras con encinares sufrirían menor impacto humano. También es destacable la aparición de *Castanea* en época prerromana, confirmando el carácter autóctono de este taxón en este marco cronocultural. Igualmente es de señalar la aparición de polen de *Carpinus*, actualmente con una muy restringida distribución en la Península Ibérica, en ciertos puntos de Pirineo navarro (Aizpuru & Catalán, 1984).

Buxó & Echave (2001a, 2001b) estudiaron los restos paleocarpológicos, encontrando restos de cereales (*Triticum* sp., *Triticum dicocum* y *Hordeum vulgare*), además de *Corylus avellana*. Estos datos hablan de que en esta zona las poblaciones cultivaban cereales y consumían avellanas.

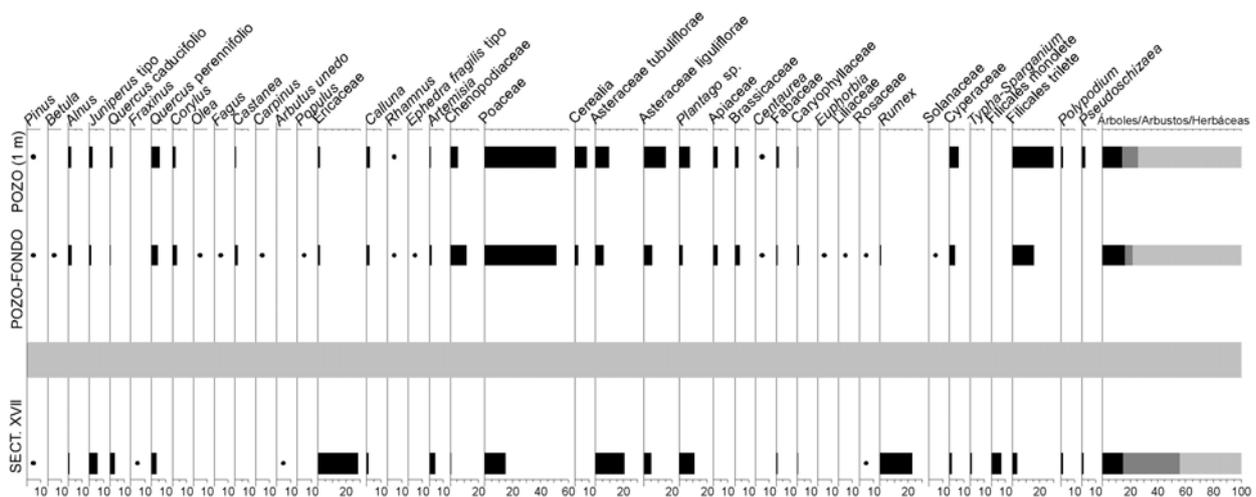


Figura 4.8: Diagrama palinológico de La Campa Torres (modificado de Burjachs, 2001).

15. Megalitos de Monte Areo

La Sierra de Monte Areo, cercana a Gijón en la costa central asturiana (Fig. 4.1) en el concejo de Carreño, es una sierra prelitoral, baja y aplanada, donde abundan los monumentos megalíticos. Díaz González *et al.* (2002) estudiaron restos de madera quemada del Túmulo XII de esta estación megalítica. En estas maderas se realizaron 7 dataciones radiocarbónicas (5368 ± 44 BP, 5404 ± 41 BP, 5368 ± 42 BP, 5284 ± 42 BP, 5176 ± 30 BP, 5261 ± 31 BP, 5133 ± 30 BP) que en su conjunto ofrecen un marco cronológico en fechas calibradas de 6350-5800 cal BP (4350-3800 cal BC). Todas fueron identificadas como pertenecientes al género *Quercus* subgénero *Quercus*, y para los autores seguramente corresponde a la especie *Quercus robur*.

En este mismo túmulo también se hizo un análisis paleopalinológico en los sedimentos de una zanja que dejó al descubierto un nivel turboso de 1.3 metros de espesor (Gómez-Orellana *et al.*, 2000). La base de esta secuencia polínica está inmediatamente por encima de las maderas quemadas, por lo que su cronología sería posterior a las fechas comentadas. La primera mitad de la secuencia se caracteriza por el dominio del polen arbóreo, principalmente de *Corylus*, con porcentajes del 80%, y de *Quercus robur* tipo, con porcentajes en torno al 15-20%, y que correspondería al Óptimo Climático Holoceno. Hacia la mitad del diagrama aparece polen de cereal, y se registra una gran caída de los porcentajes de polen arbóreo, y un incremento de los arbustivos (*Erica*, *Calluna* y Cistaceae) y herbáceos (fundamentalmente de Poaceae). El paisaje se abriría debido a la antropización del mismo durante las Edades del Bronce y del

Hierro, y los brezales adquirirían gran importancia entonces. El final de la secuencia se caracteriza por un nuevo aumento de *Erica* y *Calluna* y, al final del todo, de *Pinus sylvestris* tipo y *Pinus pinaster*, indicando la implantación de cultivos forestales. Interesante en esta secuencia prelitoral es la aparición de *Carpinus* de manera esporádica a los 15 cm y de *Fagus* al final del diagrama, en los últimos 10 cm. La presencia del carpe vuelve a poner un punto de interrogación sobre una posible persistencia holocena del taxón en esta zona asturiana.

Además del Túmulo XII, también se analizaron en este mismo informe ocho muestras del Dolmen V de Monte Areo, que desafortunadamente no fueron fértiles (Gómez-Orellana *et al.*, 2000).

16. El Castillo de Curiel-Peñaferruz

El Castillo de Curiel (Peñaferruz) se sitúa en el sur del concejo de Gijón (Fig. 4.1), y fue construido en la Alta Edad Media para controlar el espacio montañoso entre la costa de Gijón y la llanura interior. En las excavaciones arqueológicas se han identificado 4 fases de ocupación (Gutiérrez González, 2003) (fase 1: siglos IX-X cal AD; fase 2: siglos X-XI cal AD; fase 3: siglos XII-XII cal AD, y fase 4: siglos XII-XIII cal AD), que han sido estudiadas tanto antracológica como palinológicamente.

El estudio antracológico (Tabla 4.2, Allué, 2003), aunque con menos taxa identificados que en el estudio palinológico (Burjarchs, 2003), muestra una característica interesante, que es la identificación de un resto de *Laurus* sp. en la fase 1. El laurel no se identifica palinológicamente puesto que su polen se destruye con mucha facilidad por

los tratamientos químicos típicos en Paleopalinología, por lo que este resto es importante para mostrar que en estos enclaves prelitorales podría haber tenido importancia en las formaciones vegetales como, por ejemplo, los encinares costeros. En el mismo sentido habría que interpretar la aparición de tres restos de *Arbutus unedo* en las fases 2 y 3, ya que también formaría parte de estas comunidades lauroides que sobrevivieron en las costas. Curiosa es también la desaparición de restos de *Fagus sylvatica* en la última fase, a partir del siglo XII cal AD, cuando en cambio sí ha sido identificada en las muestras de siglos anteriores. Paleocológicamente poco más se puede decir, ya que la utilización selectiva de unas maderas sobre otras por parte del ser humano hace difícil la interpretación paleoambiental de los datos; que en principio deben ser tenidos en cuenta más desde un punto de vista de la disponibilidad de recursos naturales forestales en la Edad Media en esta comarca o zonas aledañas.

En el análisis polínico también se estudian las cuatro fases de ocupación (Burjarchs, 2003). Se ha redibujado el diagrama polínico de este trabajo, excluyendo las Asteraceae liguliflorae y tubuliflorae de la suma base polínica (Fig. 4.9), como es usual en Arqueopalinología (López Sáez *et al.*, 2003)

Los espectros polínicos muestran un paisaje bastante abierto debido a la antropización por el asentamiento humano. Durante los cuatro siglos que dura la ocupación no se muestran variaciones muy sustanciales en el paisaje cercano. En la fase 1 los brezales son importantes, pero con el establecimiento de la ocupación en los siglos posteriores, disminuyen hasta la última fase

en la que aumentan debido al abandono. El haya aparece exclusivamente en la primera fase, por lo que la explotación de este recurso pudo haber mermado progresivamente sus bosques en las cercanías del asentamiento; aun así en las fases 2 y 3 aparecen maderas carbonizadas atribuibles a *Fagus sylvatica*, aunque en la última desaparecen. Las fases 2 y 3 son las que tienen una mayor antropización: aparece el castaño, seguramente potenciado para su uso humano, y aumentan las actividades cerealísticas.

Los bosques regionales y locales se caracterizarían por el predominio de formaciones caducifolias en las que el roble adquiriría importancia frente a otros caducifolios, y en las zonas litorales se emplazarían encinares costeros con madroño y, como atestigua el registro antracológico, con laureles. Los bajos porcentajes de *Pinus* podrían relacionarse con pinares cantábricos, ya que ese porcentaje habla de su presencia extra-regional.

Taxón	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
<i>Arbutus unedo</i>		1	2	
<i>Betula</i> sp.			1	
<i>Castanea sativa</i>	4	7	1	1
<i>Corylus avellana</i>	5	11	7	3
<i>Fagus sylvatica</i>	2	7	5	
<i>Fraxinus</i> sp.		11	8	
<i>Laurus</i> sp.	1			
Leguminosae		12	5	
Pomoideae		4	3	3
<i>Prunus</i> sp.	1			1
<i>Quercus ilex/coccifera</i>				1
<i>Quercus</i> sp.		1		
<i>Quercus</i> sp. Caducifolio	7	77	58	39
<i>Sambucus</i> sp.		1		
<i>Ulmus</i> sp.			1	
Indeterminables	3	5	1	2
Totales	23	137	92	50

Tabla 4.2: Resultados del análisis antracológico de El Castillo de Curiel (Allué, 2003).

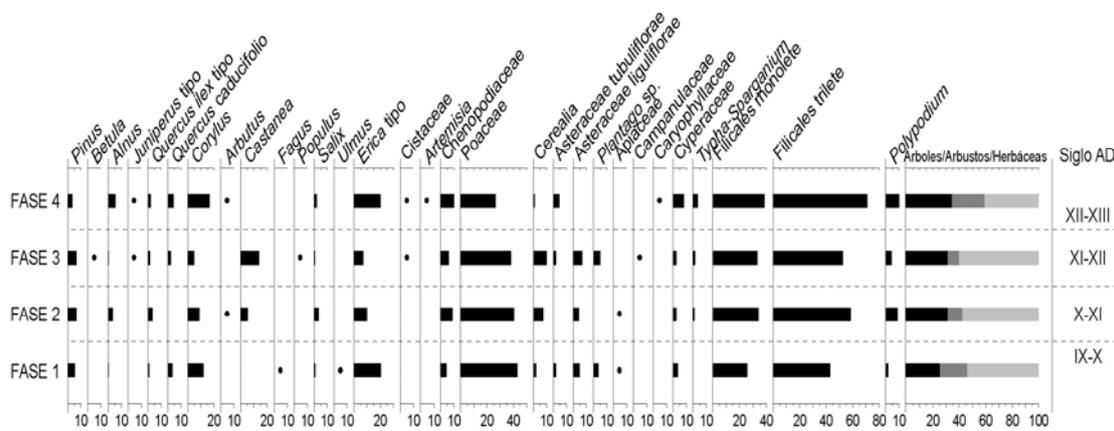


Figura 4.9: Diagrama palinológico de El Castillo de Curiel-Peñaferruz (modificado de Burjachs, 2003).

17. Santa María de las Raíces

Fombella Blanco & García-Rovés (2006a) estudiaron el yacimiento de la Edad Media de Santa María de las Raíces en Castrillón, también ubicado en la zona prelitoral central asturiana (Fig. 4.1). De este estudio sólo se conocen unos resultados muy breves y sintéticos presentados en las actas de resúmenes de un congreso, por lo que no hay diagrama palinológico presente ni datos cuantitativos.

El estudio palinológico se llevó a cabo sobre varias muestras recogidas en diferentes zonas del yacimiento. De entre el estrato arbóreo destacan *Alnus*, *Corylus*, *Quercus* y *Betula*, que estarían representando formaciones caducifolias en la zona. Entre las comunidades arbustivas se encuentran Ericaceae y *Ligustrum*, y entre el estrato herbáceo abundan diversos taxa antrópicos relacionados con incendios como *Asphodelus*, con actividades pastorales como Plantaginaceae, e indicadores de espacios abiertos como varias Asteraceae y Chenopodiaceae.

18. Navia

García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008) han estudiado los macrorrestos vegetales encontrados en los sedimentos holocenos de la ría de Navia (Fig. 4.1). Este estudio paleobotánico es el único conocido en la actualidad para el Holoceno de la costa occidental asturiana. Desafortunadamente no se posee un registro que muestre la evolución diacrónica de la vegetación, sino un registro puntual. En este estudio se han identificado cuatro restos leñosos de *Quercus* subgénero *Quercus*, y uno de *Alnus* sp., fechados en 7810 ± 50 BP (8752-8449- cal BP; 6803-6500 cal BC).

4.2. Registros en valles y montañas interiores

19. Los Azules

El yacimiento arqueológico de Los Azules se encuentra en la localidad de Cangas de Onís, en el oriente asturiano (Fig. 4.1). En él se diferencian cuatro niveles estratigráficos, de los cuales López García (1981a) estudió palinológicamente los

4. Antecedentes paleobotánicos del Holoceno asturiano

niveles 2, 3 y 4. Las muestras se tomaron cada 5 cm, desde la parte inferior del nivel 2 hasta el nivel 4. La columna analizada fue de 95 cm, y de un total de 19 muestras resultaron fértiles o no contaminadas 14 de ellas (Fig. 4.10). La cronología de la columna es de la transición Pleistoceno/Holoceno, y corresponde toda ella a niveles culturales del Azilienze. Su registro polínico se caracteriza por un alto porcentaje de la cobertura arbórea, siendo *Pinus* y *Corylus* los elementos más importantes. Otros elementos constantes son *Betula*, *Quercus*, *Alnus* y *Ulmus*. Esta transición vendría marcada por un hiato polínico, ya que las muestras fueron estériles coincidiendo con la cronología correspondiente al periodo *Younger Dryas*.

También se cuenta con estudios antracológicos de distintos niveles de este yacimiento (Uzquiano, 1990, 1992, 1995). Aquí sólo se comentarán los del nivel 3, ya que los anteriores (5-10) quedan fuera de nuestro marco cronológico. Lo más característico en la transición Pleistoceno/

Holoceno, en el estudio de los carbones, es el dominio de *Pinus* y *Quercus* sobre el resto de los taxa. De resaltar es la presencia de *Fagus sylvatica* en los niveles 3b y 3g, mostrando que también pudieron existir refugios en las zonas interiores asturianas para este taxón, al igual que lo comentado para las litorales.

El que *Pinus* sea el taxón dominante, tanto palinológica como antracológicamente, teniendo en cuenta que el yacimiento se encuentra en las cercanías de los Picos de Europa, estaría indicando que a comienzos del Holoceno los pinares serían parte integrante e importante de la vegetación en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica.

20. Paredes

En la zona central asturiana se encuentra el yacimiento romano de Paredes, en el denominado ‘Monte Les Muries’ (Fig. 4.1). El estudio palinológico corresponde a Jiménez-Sánchez *et al.* (2004).

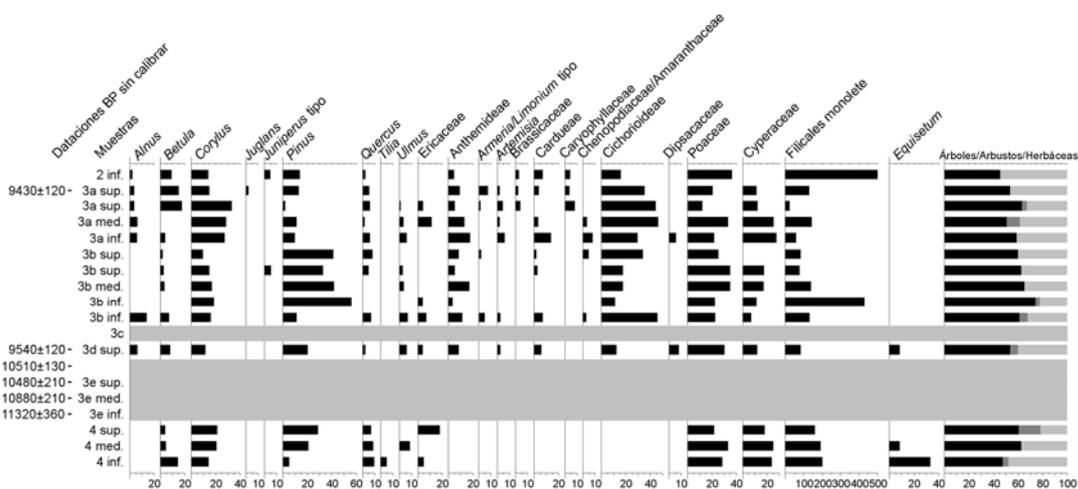


Figura 4.10: Diagrama palinológico de Los Azules (modificado de López García, 1981a, con dataciones según Uzquiano, 1992).

En este yacimiento se recogieron dos muestras, de las que sólo una fue fértil y cuyo nivel arqueológico está datado en 1670 ± 60 BP (1706-1415 cal BP; 244-535 cal AD). En el espectro polínico de dicha muestra se observa un paisaje relativamente abierto, donde los taxa mayoritarios son *Pinus* y *Castanea*, acompañados también por *Betula*, *Salix*, *Alnus* y *Corylus*. Probablemente los altos porcentajes de castaño hablen de su potenciación para el cultivo en el entorno próximo de este yacimiento de cronología romana, al igual que ciertas herbáceas antrópicas que darían cuenta del impacto humano en las cercanías. Es bastante curiosa la no aparición de polen de *Quercus* caducifolio, mientras que sí que aparece representado el de *Quercus* perennifolio, aunque con un valor muy bajo.

21. Castro de Llagú

Fombella Blanco & García-Rovés (2006b) estudiaron un conjunto de muestras del Castro de Llagú, de cronología prerromana, cercano a Oviedo (Fig. 4.1). De este yacimiento, como en el comentado de Santa María de las Raíces, sólo se tiene constancia por las actas de resúmenes de un congreso, por lo que no se conoce información sobre su diagrama polínico ni datos cuantitativos de referencia. De los datos aportados en las actas se infiere que el estrato arbóreo estaba poco desarrollado, siendo *Corylus*, *Betula* y *Alnus* los taxa más representativos. El estrato arbustivo está escasamente representado, mientras que las plantas herbáceas son las dominantes en el paisaje circundante del castro. Herbáceas relacionadas con la antropización, como diversas Asteraceae y *Plantago* sp., y polen de cereal, explican las razones de la apertura del medio que se señala y del dominio herbáceo del paisaje.

22. Piedrafita IV y V

Piedrafita IV y V son construcciones tumulares ubicadas en la zona interior central asturiana (Fig. 4.1) que fueron estudiadas polínicamente por Dupré Ollivier (1985, 1986, 1988).

El estudio polínico de estos túmulos, con una antigüedad de ca. 3000 BP (3200 cal BP; 1250 cal BC), de la Edad del Bronce, muestra un paisaje relativamente deforestado, siendo los taxa arbóreos principales *Corylus*, *Quercus*, *Alnus* y *Pinus*; con influencia antrópica reseñable como indican los altos porcentajes arbustivos de Ericaceae y Cistaceae, y de diversas herbáceas relacionadas con espacios abiertos debidos a la antropización del paisaje, también con altos porcentajes, como Poaceae y Asteraceae.

23. Castro Chao de Samartín

El Castro Chao de Samartín se encuentra en la localidad de Castro (concejo de Grandas de Salime) en el extremo suroccidental de Asturias (Fig. 4.1). Un perfil en este castro ha sido estudiado palinológicamente por Gil García *et al.* (2003) y Ruiz Zapata *et al.* (2005). Las investigaciones arqueológicas han puesto de manifiesto que el castro pudo haber sido fundado en torno a los siglos II a IV cal BC, y que su ocupación se prolongó hasta el inicio del siglo II cal AD (Villa Valdés, 2002).

El testigo polínico analizado, de una potencia de 380 cm, fue recuperado de una trinchera en el antiguo foso del castro, tomando muestras cada 10 cm. En el diagrama polínico (Fig. 4.11) las autoras destacan el claro dominio de la vegetación

herbácea, con Asteraceae tubuliflorae, Poaceae y *Plantago* sp.; indicando un paisaje abierto y relativamente antropizado, donde el estrato arbustivo estaría compuesto por Ericaceae y el arbóreo por *Alnus*, *Betula* y *Corylus*.

Han establecido varias fases polínicas: las fases Ia y Ib (310-380 cm) presentan porcentajes de polen arbóreo de hasta el 30 %, con *Betula*, *Corylus* y *Castanea* como elementos principales, con *Pinus* escasamente representado pero de manera continua, y con presencia esporádica de *Juglans*, *Quercus* caducifolio, *Quercus* perennifolio, *Tilia* y taxa riparios como *Alnus* y *Salix*. Como arbustos destacan Ericaceae y, en menor medida, *Calluna*; mientras que el estrato herbáceo está dominado por Asteraceae tubuliflorae, Poaceae y *Plantago*.

La fase Ic (175-270 cm) corresponde a una etapa de desarrollo de *Betula* y, en general, de todos los taxa arbóreos, con unos porcentajes de hasta el 40%. *Castanea* cae en sus porcentajes y se produce el desarrollo de *Corylus*, *Alnus* y *Pinus*. Las curvas de *Quercus* caducifolio y de Oleaceae se presentan continuas, y *Juglans*, *Quercus* perennifolio, *Salix* y *Tilia* aparecen esporádicamente. En el estrato arbustivo descende Ericaceae pero aumenta *Calluna* junto con la presencia de *Juniperus* tipo y Cistaceae. Los porcentajes de Asteraceae tubuliflorae y *Plantago* sp. disminuyen, mientras que Poaceae comienza su etapa de desarrollo junto con Campanulaceae, Fabaceae, *Rumex* y Valerianaceae. Los taxa hidro-higrófitos están más desarrollados que en las fases anteriores. En la totalidad de la

fase I se aprecia una cierta estabilidad del desarrollo de la vegetación que las autoras relacionan con la estabilidad del asentamiento humano.

La fase II (40-175 cm), momento de progresivo abandono del castro, es la etapa de desarrollo de *Corylus*, y las autoras la definen como una etapa de desarrollo y estabilización de la cubierta forestal. *Alnus* también aumenta, mientras que *Betula* sufre un gran retroceso y desaparecen *Castanea*, *Pinus* y los dos tipos de *Quercus*. El estrato arbustivo descende ligeramente para recuperarse posteriormente y mantener sus valores. En el estrato herbáceo sigue dominando Poaceae y se expande y estabiliza *Cerealia*.

La fase III (15-40 cm), relacionada con el abandono definitivo del castro, representa un ligero aumento del estrato arbóreo debido a *Betula*, *Castanea*, Oleaceae y *Pinus*, mientras que disminuyen *Alnus* y *Corylus*. Ericaceae descende, y con ello el total del estrato arbustivo; y las acuáticas también cobran una menor importancia que en fases anteriores.

La mayor limitación que presenta este trabajo es que no posee ninguna datación, por lo que el contexto temporal de la secuencia no puede establecerse con certeza. No obstante, sí puede verse que la antropización es muy importante en las etapas de ocupación del yacimiento, incluyendo el cultivo del cereal en su entorno próximo, y cómo la vegetación tiende a recuperarse cuando se produce el abandono del castro progresivamente por parte de las comunidades que lo habitaban.

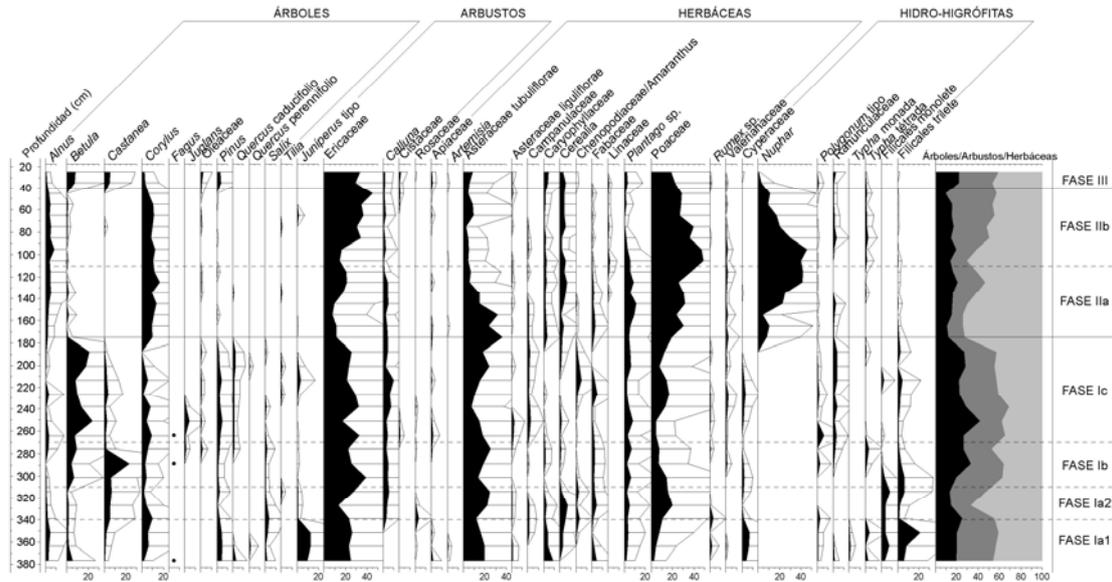


Figura 4.11: Diagrama palinológico del Castro Chao de Samartín (modificado de Gil García *et al*, 2003).

4.3. Registros en la Cordillera Cantábrica

24. Lagos Enol y Ercina

Menéndez Amor (1975) estudió polínicamente sedimentos turbosos de los márgenes de los lagos Enol y Ercina, ubicados en el oriente asturiano en el seno de los Picos de Europa (Fig. 4.1). En el Lago Enol, en un sondeo de 80 cm de profundidad del que no se posee diagrama polínico, la autora cita el dominio del estrato herbáceo en toda su secuencia, mientras que el estrato arbóreo estaría dominado por *Pinus*.

En cuanto al registro palinológico del Lago Ercina (Foto 4.1), procedente de un sondeo de 250 cm de profundidad, la autora diferencia tres fases. La primera de ellas (190-250 cm) se caracteriza por el dominio del *Quercetum mixtum* (*Quercus* y *Ulmus*), seguido de *Pinus*, y con porcentajes menores de taxa como *Betula*, *Fagus* y *Salix*. En la segunda fase (120-190 cm) *Corylus* alcanza valores muy elevados, seguido de *Pinus* y

Quercetum mixtum, y ya con menores porcentajes aparecen *Betula*, *Fagus*, *Alnus* y *Salix*. En la tercera y última fase, los valores máximos pertenecen a *Fagus*, seguido de *Quercetum mixtum*. Este estudio no posee dataciones radiocarbónicas que permitan ubicar cronológicamente con exactitud la secuencia, pero la autora señala que el cambio de la primera fase a la segunda, marcado por el gran aumento de los porcentajes de *Corylus*, correspondería a hace unos 8700 años BP, hipótesis que parece no estar muy desencaminada puesto que en esta Tesis Doctoral, como luego se detallará, para los sedimentos lacustres del Lago Enol se tiene una datación de 8780 ± 50 BP para el momento en que se produce la bajada de los porcentajes de *Quercus* caducifolia y la subida de los de *Corylus*.

Es de destacar en este estudio polínico de Enol la pronta presencia de *Fagus* en los inicios del Holoceno, lo cual demostraría que las zonas cantábricas debieron de actuar como refugio para este

taxón, y que su posterior desarrollo en épocas más recientes no se debe a una colonización a partir de poblaciones foráneas sino autóctonas.



Foto 4.1: Vista del Lago Ercina, en los Picos de Europa.

25. Depresión de Comeya

Se ha estudiado polínicamente la depresión de Comeya (también llamada Comella, Foto 4.2), ubicada en los Picos de Europa en las cercanías de los lagos Enol y Ercina (Fig. 4.1). En dicho estudio (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), se presentan los datos palinológicos correspondientes al relleno que tuvo lugar durante el Cuaternario en la depresión de Comeya. Este relleno alcanza una potencia de 56.7 m, donde los 5 m superiores están constituidos por turba.

Los autores diferencian dos grandes zonas desde un punto de vista litológico: la inferior (SC2-a) detrítica y pobre en polen; y la superior (SC2-b), correspondiente a los 5 m de turba, que analizan por separado. Se presentan tres dataciones ^{14}C de la parte superior turbosa: a 5 m, en la base, se cuenta con una edad de 8350 ± 80 BP (9518-9131 cal BP; 7569-7182 cal BC), a 2.5 m otra de 3820 ± 70 BP (4418-3991 cal BP; 2469-2042 cal BC), y finalmente una tercera a los 2 m de profundidad con una edad de $3190 \pm$

70 BP (3577-3254 cal BP; 1628-1305 cal BC). La base del sondeo SC2 se estima que se formó hará unos 40000 años BP por correlación con el sondeo SC1 realizado en el mismo depósito. En este trabajo sólo se hablará del sondeo SC2-b, el correspondiente a los niveles holocenos de la depresión de Comeya.

La secuencia polínica que presentan estos autores es incompleta, ya que durante el sondeo no pudo recuperarse el tramo del testigo turboso comprendido entre los 340 y los 485 cm (Fig. 4.12). Los autores diferencian tres zonas polínicas según el desarrollo de la vegetación holocena. La zona I (530-500 cm) está caracterizada por el dominio del polen arbóreo, con *Pinus* como el mayor representante junto a bajos porcentajes de *Betula*, *Alnus*, *Corylus* y presencia más puntual de *Quercus* caducifolio y perennifolio, *Juglans*, *Fagus*, *Ilex* y *Ulmus*. *Juniperus* y Rosaceae, mayoritariamente, junto con Ericaceae y Cistaceae, representan el estrato arbustivo, que es escaso. En el estrato herbáceo dominan *Rumex*, Asteraceae y Poaceae.

En la zona II (340-100 cm) también domina el componente arbóreo con *Pinus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus* y *Quercus* caducifolio y perennifolio; y en el componente herbáceo está bien representado Poaceae acompañado de *Plantago* sp. Hasta los 200 cm, esta zona se caracteriza por la presencia de *Olea*, *Salix* y *Fraxinus*; mientras que los 100 cm superiores se caracterizan, en cambio, por el inicio de la curva continua de *Fagus*, el retroceso de *Olea* y la mayor expansión de Ericaceae y *Juniperus*. Los autores definen la zona III (100-0 cm) por el retroceso de la vegetación arbórea debido al descenso de *Pinus*, mientras que en la vegetación herbácea

aumentan los porcentajes de Poaceae, *Plantago* sp. y Asteraceae. En los primeros 60 cm superficiales se produce la caída de *Pinus* y el aumento de *Fagus* y Poaceae; mientras que en los últimos 40 cm se produce el retroceso generalizado de los taxa arbóreos y el aumento de *Calluna*, Ericaceae, Asteraceae, *Plantago* y *Artemisia*.



Foto 4.2: Vista de la depresión de Comeya, en los Picos de Europa.

Como conclusiones del análisis polínico de los niveles holocenos de la depresión de Comeya, los autores enfatizan que el Óptimo Climático del Holoceno está

representado por un bosque no muy denso de *Pinus*, con presencia de *Alnus*, *Betula* y *Corylus*, y apariciones de *Fagus* y *Quercus* caducifolio. Hasta el 3000 BP (ca. 3200 cal BP) se produce un mayor desarrollo del bosque con el aumento de *Betula*, *Corylus* y *Quercus*, y con la presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*. A partir de esa fecha, se tiende a una deforestación en la cual, al principio se produce una suave caída de *Pinus* y *Corylus*, y con posterioridad la deforestación se hace más acusada debido exclusivamente al descenso brusco de *Pinus*. El final de la secuencia se caracteriza por la presencia de un escaso pinar y la caída de elementos templados. Precisamente para este tramo final, los autores proponen la acción antrópica como la causa principal de la deforestación progresiva del bosque. Es en esta fase antrópica en la que se produce el aumento porcentual de *Fagus*, que si bien aparece en el diagrama desde sus inicios, es en estos momentos cuando alcanza su mayor auge, siendo una evidencia más de la presencia de áreas refugio para este taxón en la Cordillera Cantábrica, y la más que

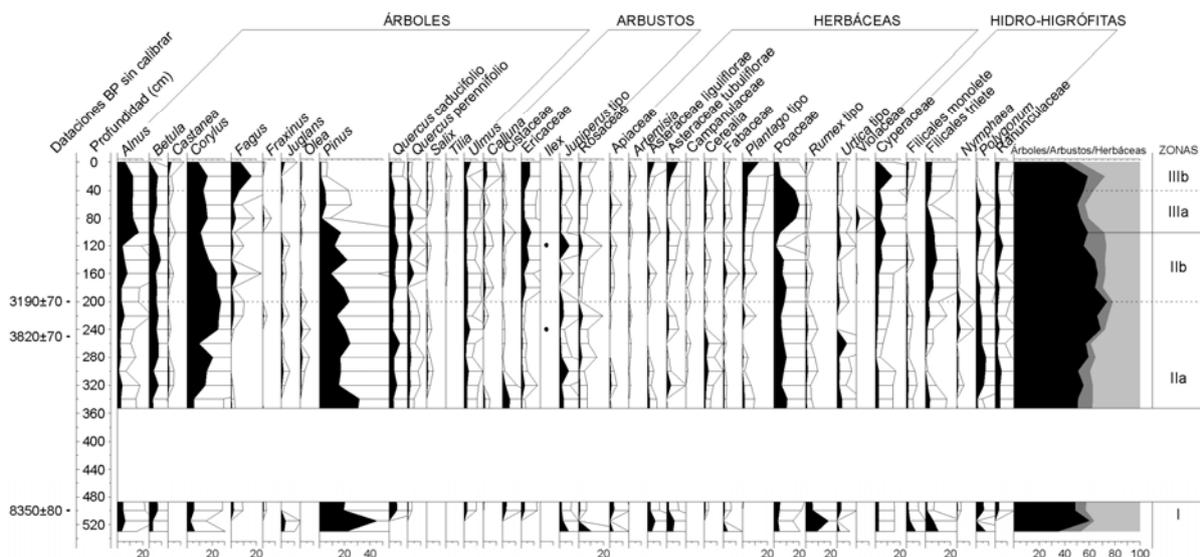


Figura 4.12: Diagrama palinológico de Comeya (modificado de Ruiz Zapata *et al.*, 2001a).

probable vinculación del desarrollo de sus poblaciones con procesos antrópicos. Además, también es interesante el hecho de que *Quercus* perennifolia tenga presencia constante en Comeya, indicando que los carrascales cantábricos formaban parte de la vegetación regional del área de estudio.

26. Puerto de Tarna

Ruiz Zapata *et al.* (2000) y Jiménez Sánchez *et al.* (2003) estudiaron polínicamente un depósito postglacial cercano al Puerto de Tarna (Parque Natural de Redes, zona suroriental asturiana). Este depósito está en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica, al sureste de Asturias, en la cuenca del río Nalón (Fig. 4.1).

La secuencia, de 230 cm de potencia, tiene una datación en la base de 20640 ± 300 BP (25566-23996 cal BP), por lo que se inicia a finales del Pleistoceno, antes del Tardiglacial. Los autores documentan el intervalo 105-90 cm como un nivel de naturaleza detrítica y angulosa que marca un proceso erosivo, por lo que

existiría un hiato sedimentario en este punto. Este hiato, que coincide con el tránsito entre las dos zonas polínicas establecidas en el diagrama, implicaría la pérdida de información del tránsito Tardiglacial/Holoceno, por lo que del Holoceno sólo recoge su tramo final (Fig. 4.13). La zona II, de cronología holocena, se caracteriza por una bajo porcentaje de elementos arbóreos (20%), mientras que el estrato arbustivo es el que más desarrollado está (25-40%). El estrato arbóreo está constituido por *Betula*, *Corylus*, *Alnus* y, con menores porcentajes, *Pinus*, *Fagus* y *Quercus* caducifolia. Las curvas de *Plantago* sp. y *Urtica* tipo indican que existe antropización en el tramo holoceno de la secuencia del Puerto de Tarna.

Como hechos a destacar, son las presencias tanto de *Castanea* como de *Fagus* anteriores al Tardiglacial. Estas presencias, como se ha comentado para registros anteriores, son importantes para registros anteriores, son importantes para corroborar la presencia de refugios de estos taxa en el norte de España, incluso a altitudes relativamente elevadas.

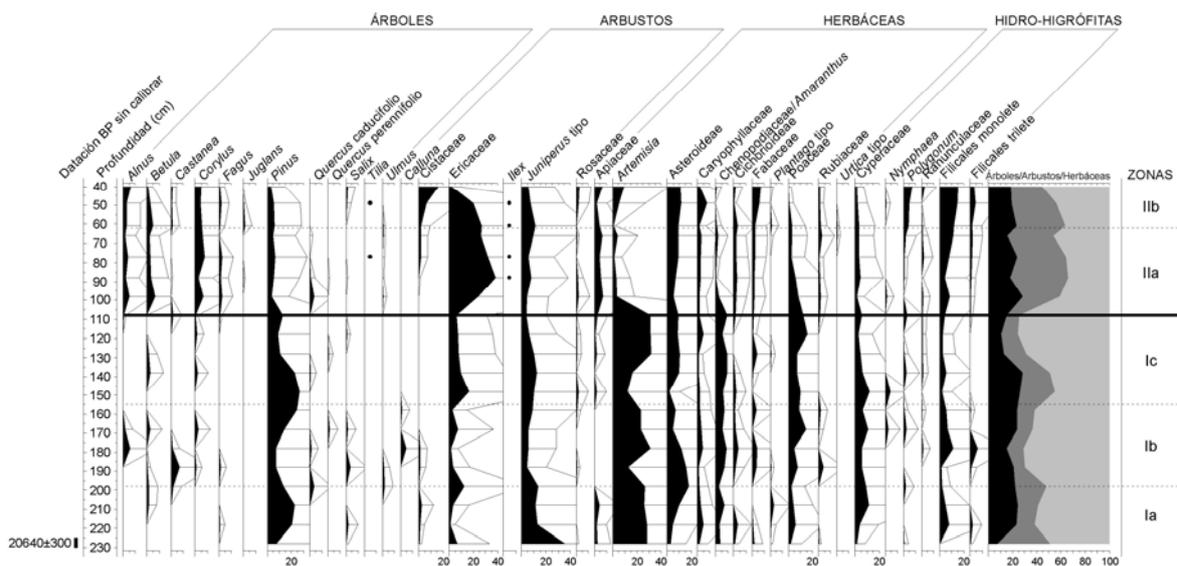


Figura 4.13: Diagrama palinológico del Puerto de Tarna (modificado de Ruiz Zapata *et al.*, 2000).

27. Corteguero

Ruiz Zapata *et al.* (2001b) y Jiménez Sánchez *et al.* (2003) estudiaron palinológicamente un depósito de colmatación de una laguna desarrollada en un antiguo circo glacial a una altitud de 1530 m en la Sierra de Corteguero (Parque Natural de Redes, zona suroriental de Asturias) (Fig. 4.1). El sondeo cuenta con una potencia de 2.55 m, donde dominan las arcillas con alto contenido en materia orgánica, y se ha estimado la edad de su base, con una datación radiométrica AMS, en 5740 ± 150 BP (6905-6218 cal BP; 4956-4269 cal BC).

Estos autores dividen el diagrama polínico en cuatro zonas. La zona I (2.55-2 m) se caracteriza por un estrato arbóreo bien desarrollado y un estrato arbustivo pobre, formado por *Juniperus* tipo, *Calluna* y Ericaceae. El estrato herbáceo es variado y está dominado por Asteraceae liguliflorae, Campanulaceae y Poaceae. Entre el elemento hidro-higrófito destaca Cyperaceae. Hasta los 2.30 m domina el polen arbóreo y los taxa mejor representados son *Corylus*, *Pinus* y *Quercus* caducifolio. Desde 2.30 hasta 2 m predomina el polen herbáceo debido al aumento de Poaceae, *Plantago* sp. y Campanulaceae, y se produce una sustitución de *Corylus* por *Betula*, una caída de *Pinus* y *Quercus* caducifolio y aparecen presencias de *Fagus*, *Ilex*, *Juglans* y *Quercus* perennifolio. La zona II (2-1.75 m) presenta un dominio del estrato arbustivo debido a la expansión de *Juniperus* tipo, aunque Ericaceae disminuye y *Calluna* desaparece al final de dicha zona. Los porcentajes de polen arbóreo disminuyen a causa de la pérdida de *Betula* y a la caída de *Corylus*, aunque *Pinus* y *Quercus* caducifolio aumentan. Caen los porcentajes

de polen herbáceo, siendo sólo destacables los de Chenopodiaceae/Amaranthaceae. En la zona III (1.75-1.15 m) se observan similitudes con la zona I, donde Ericaceae es el elemento arbustivo dominante y el componente arbóreo está bien representado. La vegetación herbácea sufre una recuperación con la presencia de Asteraceae tubuliflorae, Boraginaceae y Dipsacaceae. Destacan los altos valores de esporas monoletas. Hasta los 1.40 m domina la vegetación arbórea debido a la expansión de *Pinus* y a la presencia de *Corylus*, *Betula*, *Fagus*, *Juglans*, *Salix*, *Alnus* y *Quercus* caducifolio. Hacia el final de la zona III cambia esta dinámica y se produce el dominio del polen herbáceo con Asteraceae tubuliflorae y Dipsacaceae como mayores representantes. El polen arbóreo desciende y con ello *Pinus*, *Corylus* y *Betula*, mientras que los taxa templados presentes anteriormente desaparecen. En la zona IV (1.15-0 m) domina el estrato arbóreo, Ericaceae es el taxón arbustivo principal y hay presencia escasa pero constante de *Juniperus* tipo, Cistaceae y Rosaceae. Hay una gran variedad de taxa herbáceos y aumentan los elementos hidro-higrófitos. Hasta 0.70 m se observa la recuperación de la masa forestal debido a la expansión de *Betula* y, en menor medida, de *Pinus* y *Corylus*; menores porcentajes presentan *Quercus* caducifolio, *Alnus*, *Salix*, *Fagus* e *Ilex*. Desde 0.70 hasta 0 m se observa el dominio de *Betula* y un aumento de *Quercus* caducifolio y *Fagus*, mientras que el resto de taxa arbóreos continúan igual.

Los autores concluyen que el registro polínico comienza en el Óptimo Climático Holoceno, con una masa forestal importante. Posteriormente ocurre un retroceso notable de la vegetación arbórea que respondería a un deterioro de las

condiciones climáticas hacia escenarios más cálidos y secos. Seguidamente se produce una nueva mejoría climática, donde se recupera el estrato arbustivo gracias al aumento de *Juniperus* tipo, y posteriormente vuelve a instalarse un paisaje más denso de *Pinus* y taxa templados. Más tarde se vuelven a deteriorar las condiciones climáticas y a dominar la vegetación herbácea; para, ya en la última fase, volver a recuperarse la masa forestal e instalarse unas condiciones más estables, favoreciéndose el desarrollo de elementos como *Fagus*, los dos tipos de *Quercus* y *Betula*.

28. Puerto de San Isidro

En las cercanías del Puerto de San Isidro, divisorio entre la provincia de León y Asturias (Fig. 4.1), Fombella Blanco *et al.* (2001, 2003, 2004) han realizado el estudio polínico de una turbera de 780 cm de profundidad a unos 1700 m de altitud. Este trabajo cuenta con tres dataciones radiocarbónicas, la primera de ellas a 775-780 cm fecha el inicio de la turbera en 9570 ± 200 BP (11955-10561 cal BP; 10006-8612 cal BC); la siguiente, a unos 400 cm, es de 8310 ± 200 BP (9678-8648 cal BP; 7729-6699 cal BC); mientras que la última, a 230-235 cm, se data en 6680 ± 70 BP (7658-7439 cal BP; 5709-5490 cal BC). De estos 780 cm de profundidad sólo han sido estudiados los primeros 400 cm, cubriendo buena parte del Holoceno.

Los autores diferencian tres zonas polínicas. En la primera (400-230 cm, *ca.* 8300-6700 BP; 9441-7660 cal BP; 7492-5711 cal BC) de ellas hay un predominio absoluto de los porcentajes de polen arbóreo (90%), siendo *Betula* el taxón mayoritario (40%), acompañado por *Pinus sylvestris* tipo y, con menores porcentajes, por *Corylus* y

Quercus caducifolio, además de más taxa planocaducifolios. El estrato arbustivo (*Erica arborea* tipo) está poco desarrollado; mientras que en el herbáceo dominan Poaceae, Apiaceae, *Rumex* y Scrophulariaceae. La segunda zona polínica (230-100 cm, *ca.* 6700-3000 BP; 7660-3200 cal BP; 5711-1250 cal BC), también con altos porcentajes arbóreos (80-90%), se caracteriza por el cambio cuantitativo de la cubierta forestal. Los porcentajes de *Pinus sylvestris* tipo aumentan, atribuido por los autores a un descenso de la humedad y aumento de la continentalidad, siendo ahora el taxón mayoritario (40-50%), mientras que *Betula* y *Corylus* disminuyen, y *Quercus caducifolio* apenas varía sus porcentajes. La cubierta arbustiva continúa con escasa representación, mientras que Poaceae aumenta ligeramente en la herbácea. En cambio, la tercera zona polínica (100-0 cm; *ca.* 3000 BP-actualidad; 3200 cal BP-actualidad; 1250 cal BC-actualidad) presenta una gran disminución de los porcentajes arbóreos (25-50%), fundamentalmente de *Pinus sylvestris* tipo, *Betula*, *Alnus* y *Ulmus*, excepto de los de *Quercus caducifolio* que se mantienen. Es de destacar que empiezan a ser continuas y a aumentar en sus porcentajes las curvas de *Fagus*, *Castanea* y *Olea* desde el inicio de la zona polínica. La bajada de los porcentajes arbóreos está relacionada con el gran aumento del estrato arbustivo (*Calluna*, *Erica arborea* tipo, *E. australis* tipo, *Frangula* tipo y Cistaceae) y el incremento en paralelo de los porcentajes de herbáceas (Poaceae, *Plantago* sp., *Artemisia*, *Rumex* tipo, etc.).

En esta secuencia es de destacar el carácter autóctono del pinar (*Pinus sylvestris* tipo) de la zona montañosa cantábrica desde inicios del Holoceno, que hasta el final del mismo no disminuye en importancia. La

cercanía de esta secuencia al Pinar de Lillo (García Antón *et al.*, 1997) confirma el carácter autóctono y relicto de estos pinares en la actualidad. También es importante que el cambio que se manifiesta en los últimos 3000 años de la secuencia es debido al impacto antrópico, hecho que causa una matorralización y una deforestación en las cercanías de la turbera. Procesos de pastoralismo pueden ser identificados gracias al aumento de los porcentajes de *Plantago* sp. y otros taxa antrópicos. El desarrollo de *Fagus*, *Castanea* y *Olea* también tuvo que estar mediado por el impacto antrópico.

29. Mata'l Casare

El túmulo Mata'l Casare, situado en la zona central de la Cordillera Cantábrica, a 1300 m de altitud (Fig. 4.1), fue estudiado polínicamente por Dupré Ollivier (1985, 1986, 1988). A este megalito se le atribuye una edad del III milenio cal BC, es decir una cronología cultural calcolítica. Las tres muestras estudiadas muestran un medio relativamente arbolado, siendo *Quercus* caducifolio el taxón mayoritario, seguido de *Pinus sylvestris* tipo, *Betula* y *Corylus*. También aparecen *Tilia*, *Alnus*, *Ulmus* y *Fagus*. El componente arbustivo está compuesto por Ericaceae e *Ilex aquifolium*; mientras que en el herbáceo dominan Poaceae y Asteraceae. La tendencia general en las tres muestras es a un descenso del polen arbóreo y el aumento del arbustivo y herbáceo, debido probablemente a la antropización en la zona de estudio.

30. Lago de Ajo

El registro polínico del Lago de Ajo (McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996) es, sin lugar a dudas, uno de los referentes en la

bibliografía paleopalinológica de la Península Ibérica y en general de Europa Occidental. Esto es debido a que, cuando se publicó, era uno de los pocos registros que albergaba una secuencia continua desde finales del Pleistoceno y durante todo el Holoceno. En realidad, el estudio del Lago de Ajo hace referencia al Lago del Valle (Foto 4.3) en el Parque Natural de Somiedo, en la parte central de la Cordillera Cantábrica asturiana, a 1570 m de altitud.



Foto 4.3: Vista del Lago del Valle (Lago de Ajo) en el Parque Natural de Somiedo.

En la Tesis de McKeever (1984) se presentaron varias dataciones ^{14}C , que resultaron estar envejecidas al no tener en cuenta el factor de corrección debido al efecto reservorio. En cambio, en el posterior trabajo de Allen *et al.* (1996) sí se efectúa su corrección, siendo estas fechas corregidas las que quedan reflejadas en la Fig. 4.14.

En el diagrama polínico puede verse como, en la parte holocena del mismo, al inicio de este periodo se produce la recuperación arbórea que caracteriza esta fase de inicios del Holoceno. En esta recuperación empieza siendo *Pinus* el taxón arbóreo más importante para, ya en el seno del Óptimo Climático, ceder importancia a los planocaducifolios como *Quercus*, *Betula* y *Corylus*, principalmente. Es en este

4. Antecedentes paleobotánicos del Holoceno asturiano

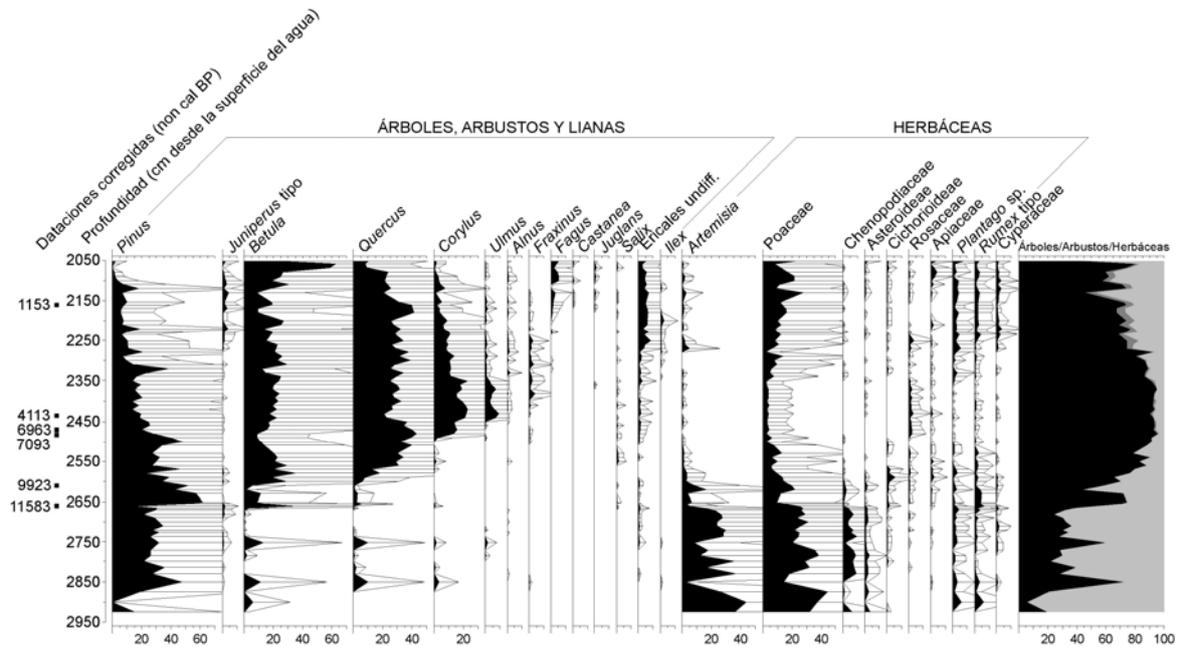


Figura 4.14: Diagrama palinológico del Lago de Ajo (modificado de Allen *et al*, 1996 gracias a los datos de la *European Pollen Database*).

Óptimo también cuando otros caducifolios empiezan a tener curvas constantes siendo el caso de *Ulmus*, *Alnus* y *Fraxinus*, denotando la instalación de unas condiciones climáticas más benignas.

Los porcentajes arbóreos son entonces altísimos, de un 90%, y éstos no decaen ya hasta que empiezan a detectarse los primeros indicadores polínicos de antropización (*ca.* 2500 BP; 2740-2365 cal BP; 791-416 cal BC), como son la matorralización debido al incremento de Ericales, y el aumento de taxa herbáceas como *Plantago* sp., *Rumex* tipo, Asteraceae y Apiaceae. Este cambio en la dinámica vegetal afecta sobre todo al poco *Pinus* que quedaba, y fuerza un cambio composicional, ya que aparece *Fagus* en el paisaje y disminuyen otros caducifolios excepto *Betula*, que debido a su carácter heliófilo prosperaría en los claros. En sincronía con la curva de *Fagus* aparecen las curvas de *Castanea* y *Juglans*, que ponen de

manifiesto ese impacto antrópico, que favorecería y potenciaría su cultivo en los fondos de valle o en los pie de montes.

31. Laguna de La Mata

Belet (1993) realizó un estudio polínico bastante interesante del registro de La Mata (1500 m de altitud) que, aunque está en la provincia de León, próxima al Lago del Valle, su gran cercanía con la frontera asturiana hace interesante incluirlo en los antecedentes de esta Tesis (Fig. 4.1). Este trabajo no cuenta con dataciones radiocarbónicas, por lo que la cronología por la que opta el autor está apoyada en las características sedimentarias y en la comparación con otras secuencias cercanas. Esta turbera tiene 532 cm de profundidad y su autor estima que la fecha de formación de la turbera debió de ser cercana al 30000 BP. Los niveles pleistocenos serían los de naturaleza arcillosa, mientras que los de cronología holocena corresponderían a los

niveles turbosos. Estos últimos son los que se comentan aquí, y son los que se corresponden con las zonas polínicas de la 7 a la 14, es decir al intervalo 350-0 cm de profundidad.

El inicio del Holoceno se caracteriza, como en el estudio del Lago de Ajo, por la recuperación del estrato arbóreo (que durante casi todo el diagrama ronda el 90%) debido, sobre todo, al gran aumento de los porcentajes de *Pinus* y, en menor medida, de *Betula* y *Juniperus* tipo. En el Óptimo Climático se produce un aumento de los caducifolios, siendo *Quercus* caducifolio el dominante. Otro caducifolio que incrementa sus porcentajes es *Corylus*, y se producen apariciones de taxa como *Ulmus*, *Tilia*, *Alnus*, *Fraxinus* y *Salix*, que hablarían de la instalación de formaciones planocaducifolias de carácter mixto. Aunque disminuyen los porcentajes de *Pinus*, no lo hacen de una manera abrupta, permaneciendo con porcentajes que hablan de un piso alpino cubierto de pinos en la zona de estudio. Interesante resulta que en este Óptimo se desarrollan también los porcentajes de *Quercus* perennifolio, que continúan hasta el final de la secuencia, aludiendo a los carrascales cantábricos como los que podemos encontrar en la actualidad en Somiedo en situaciones de solana.

En el último tercio del Holoceno, a partir de ca. 3000 BP (3200 cal BP; 1250 cal BC), se produce un nuevo aumento en los porcentajes de *Pinus*, y descienden los de *Quercus* perennifolio. El aumento de los porcentajes de *Pinus* en realidad no correspondería a un aumento de sus formaciones, ya que es plenamente coincidente con la aparición de la curva de *Cerealia*, que se cultivaría en zonas de menor altura, y de la curva de Ericaceae, que

repercutirían en los porcentajes de *Quercus* caducifolio, falseando los datos porcentuales con una subida de *Pinus*, que no sería tal de haberse mostrado los valores de concentración polínica. En los últimos 40 cm (desde ca. 1000 BP; 890 cal BP; 1060 cal AD) empieza el declive total de *Pinus*, que prácticamente desaparece, y que coincide con la aparición de *Fagus*, un gran aumento de los porcentajes de Ericaceae y de Poaceae. La bajada del porcentaje arbóreo es tan drástica que en estos 40 cm se pasa de un 90 a un 20%, mostrando un proceso deforestador rapidísimo.

32. Puerto de Leitariegos

El Puerto de Leitariegos se encuentra a unos 1700 m de altitud, en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica en la frontera entre León y Asturias (Fig. 4.1). El estudio palinológico realizado por García-Rovés *et al.* (2001), Fombella Blanco *et al.* (2003) y García-Rovés (2007) sitúa dicha secuencia en León, pero es interesante incluirla aquí puesto que está en una zona limítrofe con Asturias. El sondeo efectuado por estos autores alcanzó una potencia de 465 cm, y tiene una datación a 415-420 cm de 11870 ± 80 BP (13916-13496 cal BP; 11967-11547 cal BC) y otra a 235-240 cm de 8970 ± 110 BP (10377-9692 cal BP; 8428-7743 cal BC). Desafortunadamente no hay más dataciones para el resto de la secuencia holocena.

En el trabajo se reconocen seis zonas polínicas, de las cuales los autores ubican las últimas cuatro en el Holoceno. La primera zona que pertenece al Holoceno es la zona 3 (390-305 cm), que se caracteriza por la expansión de los árboles caducifolios, *Betula*, *Quercus* caducifolio y *Corylus*, y el descenso de los porcentajes de *Pinus*

sylvestris tipo, que pasan del 40 al 10%. La zona 4 (305-130 cm) está caracterizada por el dominio del polen arbóreo, llegando incluso al 80%, de *Betula* y *Quercus* caducifolio mayoritariamente, y de *Pinus* y *Corylus* en menor cantidad. El estrato arbustivo no es muy abundante, pero *Erica* está presente de manera continua y *Calluna* de forma más puntual. Apiaceae, Liliaceae, Ranunculaceae y Rosaceae son los taxa herbáceos mayoritarios, mientras que Filicales monoete es el mejor representado de entre las hidro-higrófitas. En la zona 5 (130-45 cm) están bien representados los taxa típicos de turbera. Los porcentajes arbóreos se mantienen, aunque hay un ligero descenso de *Betula* en beneficio de *Quercus* caducifolio, y *Alnus* incrementa sus porcentajes. La zona 6 (45-0 cm) muestra un claro desarrollo del brezal, coincidiendo con la reducción del polen arbóreo (20-25%). *Corylus* aumenta sus porcentajes en detrimento del resto de los taxa arbóreos, y los valores de polen herbáceo incrementan, sobre todo los de Poaceae, Apiaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, *Gentiana* y *Plantago* sp.

Los inicios del Holoceno, por lo tanto, se caracterizarían por un abedular bien desarrollado ganando terreno progresivamente al pinar, que acabaría desapareciendo. A menor altitud estarían los robledales y en los valles se situarían los avellanos. A mediados del Holoceno las condiciones climáticas serían más templadas, por lo que se favoreció la expansión de *Alnus* y el aumento de *Quercus* caducifolio y *Corylus* a expensas de *Betula*; por lo que los autores sitúan esta fase en el Óptimo Climático del Holoceno. En el Holoceno superior hay una regresión arbórea de hasta el 50% favoreciendo a los taxa arbustivos y herbáceos. Estos cambios, junto

con la aparición de *Castanea*, *Fagus* y *Juglans*, estarían relacionados con la intervención humana.

4.4. Características, limitaciones y ubicación de los registros asturianos

Aunque los antecedentes paleobotánicos del Holoceno en Asturias parezcan numerosos, en realidad presentan diversas limitaciones que impiden establecer un modelo paleofitogeográfico holoceno definido, y un marco crono-cultural preciso sobre el origen y difusión de la agricultura en Asturias en relación con la dinámica antrópica. Estas limitaciones son las que a continuación se detallan, y que en cierta manera incentivarán los objetivos de esta Tesis Doctoral:

- 1) Casi la mitad de los estudios han sido efectuados sobre yacimientos arqueológicos, hecho que no invalida los datos paleobotánicos que puedan inferirse de ellos teniendo ciertas precauciones, pero que sí que plantea problemas a nivel de continuidad ya que éstos suponen ventanas cronológicas cerradas que no permiten hacerse la idea de una evolución de la vegetación en el tiempo, sino de ‘fotografías’ puntuales de la misma.
- 2) Investigar acerca del inicio de la agricultura y del proceso de neolitización en Asturias se hace bastante difícil, ya que no hay yacimientos de época neolítica (exceptuando algún monumento megalítico) que posean estudios arqueobotánicos, ya sean palinológicos o carpológicos. La mayor parte de los estudios

- arqueobotánicos han sido efectuados en yacimientos de épocas romana y medieval.
- 3) Dinámicas antrópicas relacionadas con la neolitización pueden ser identificadas en registros de origen natural, como las turberas, pero la mayor parte de las mismas que poseen cronologías neolíticas están ubicadas en la Cordillera Cantábrica; hecho que dificulta el conocimiento de las zonas no montañosas susceptibles de haber tenido cultivos de manera más temprana que las montañosas. Para acercarse a esta problemática se recurrirá a estudios emplazados en Cantabria, País Vasco y Galicia, intentando comprenderla en la fachada atlántica norte de la Península Ibérica.
 - 4) La mayoría de los estudios paleobotánicos se centran en las zonas oriental y central asturianas, excepto el yacimiento arqueológico de Chao de Samartín y el paleobotánico de Navia, habiendo un vacío documental notable para la zona occidental. Para completar este vacío se recurrirá a la información de los trabajos realizados en el oriente gallego.
 - 5) Desafortunadamente el número de dataciones radiocarbónicas en los registros asturianos es bastante escaso, especialmente en las secuencias orientales, hecho que dificulta la ubicación cronológica de los acontecimientos ocurridos sobre el paisaje asturiano. Para solventarlo, en esta Tesis Doctoral se han obtenido 55 dataciones radiocarbónicas.
 - 6) En ocasiones, la escasa resolución muestral hace que determinados eventos modeladores del paisaje, tales como los cambios climáticos abruptos o los impactos antrópicos, no queden reflejados en los diagramas polínicos. Por ello, en este trabajo se han estudiado los registros a una alta resolución, habiendo sido analizadas más de 300 muestras.

4. Antecedentes paleobotánicos del Holoceno asturiano

5. Material y métodos

5.1. La toma de muestras palinológicas

El análisis paleopalinológico de sedimentos de cronología cuaternaria conlleva distintos tipos de muestreo según el medio de procedencia. En esta Tesis Doctoral se han realizado análisis de depósitos sedimentarios de origen variado, lo que ha provocado la necesidad de diferenciar en el campo la metodología empleada (González-Sámperiz, 2004). La principal diferencia reside entre:

- **Perfiles sedimentológicos abiertos**, como ocurre en los yacimientos arqueológicos.
- **Depósitos de medios húmedos**, de origen natural, no expuestos a la

superficie, como son los sedimentos turbosos y lacustres.

Los depósitos estudiados en esta Tesis Doctoral, desde la zona litoral hasta la Cordillera Cantábrica, han sido (Tabla 5.1, Fig. 5.1):

- Zona litoral y prelitoral: turberas de Las Dueñas (TDÑ) y Monte Areo (TMA); yacimiento arqueológico de Veranes (VER);
- Zona interior: turbera del Alto de la Espina (TAE);
- Zona de la Cordillera Cantábrica: sedimentos lacustres del Lago Enol (ENO).

Registros	Naturaleza del depósito	Latitud N	Longitud O	Altitud (m)	Zona	Número de ¹⁴ C	
TDÑ	Las Dueñas	turbera	43° 33' 43.5"	6° 10' 18.79"	127	Litoral	3
TMA	Monte Areo	turbera	43° 31' 44.34"	5° 46' 8.73"	200	Prelitoral	16
VER	Veranes	yacimiento arqueológico	43° 29' 2.61"	5° 45' 12.65"	150	Prelitoral	10
TAE	Alto de la Espina	turbera	43° 22' 52.2"	6° 19' 38.4"	650	Valles y montañas interiores	19
ENO	Enol	lago	43° 26' 20.08"	4° 59' 32.04"	1070	Cordillera Cantábrica	7

Tabla 5.1: Relación de los registros polínicos estudiados en esta Tesis Doctoral.

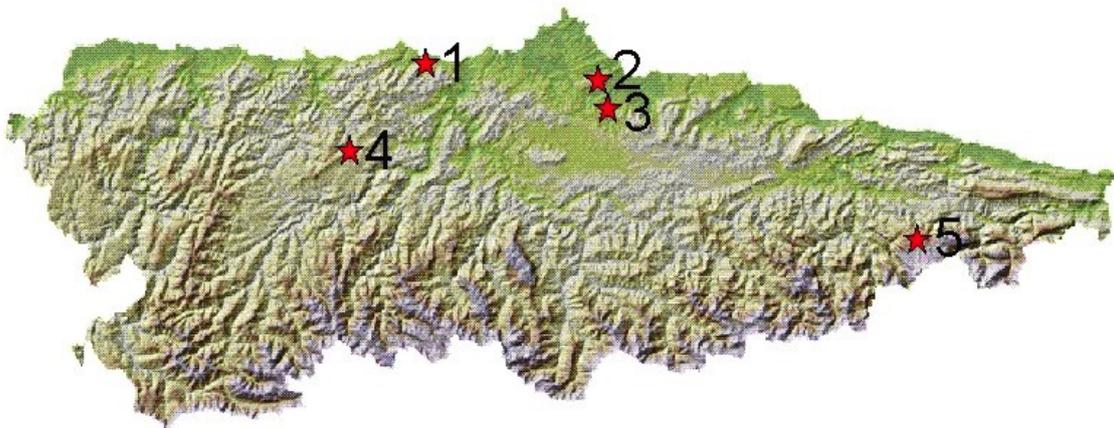


Figura 5.1: Mapa de Asturias con los registros estudiados palinológicamente en este estudio (1: Turbera de Las Dueñas; 2: Turbera de Monte Areo; 3: Veranes; 4: Turbera del Alto de la Espina; 5: Lago Enol).

5.1.1. Yacimiento arqueológico: villa romana de Veranes

En esta Tesis Doctoral se ha estudiado el yacimiento arqueológico de la villa romana de Veranes, situada en los alrededores de Gijón. En esta clase de contextos, sobre perfiles sedimentológicos abiertos, el tipo de muestreo que se realiza es el que se denomina 'vertical' o en 'perfil estratigráfico'; u 'horizontal', cuando es sobre distintas unidades estratigráficas.

Lo primero que se hizo fue elegir los lugares más apropiados para el muestreo, intentado localizar la estratigrafía mejor representada a nivel cronocultural o puntos concretos con un interés especial por su ubicación. Una vez decidida la zona a muestrear, se limpió el perfil para eliminar la contaminación por polen actual de los sedimentos más externos que están al aire libre. Esta limpieza siempre se desarrolló de techo a base eliminando, al menos, los 5 cm superficiales del perfil. El muestreo se realizó en las columnas, de forma vertical y de abajo a arriba. Esto se hace así con el fin de que la toma de una muestra no suponga la contaminación del resto (López Sáez *et al.*, 2003).

Para facilitar la toma de muestras se eligieron previamente los puntos a muestrear y se marcaron mediante un clavo para, así, tener una referencia constante de lo ya muestreado y lo que aún faltaba por muestrear. Las muestras se tomaron con una espátula, y para recoger el sedimento sin apenas pérdidas se utilizó un pequeño recogedor. Por regla general se tomaron muestras de unos 50 gramos de sedimento, aunque dado el avance notable de las metodologías de análisis polínico, a veces, con 10-20 gramos es más que suficiente

(Burjarchs *et al.*, 2003; López Sáez *et al.*, 2003). El sedimento depositado en el recogedor se introdujo en bolsas de plástico y se etiquetó. Es imprescindible, tras la toma de cada muestra, la limpieza de los útiles utilizados (espátula y recogedor) para evitar contaminaciones. Una vez finalizado el muestreo, todas las muestras se guardaron anotando los datos correspondientes del yacimiento de Veranes.

5.1.2. Sedimentos turbosos: Las Dueñas, Monte Areo y Alto de la Espina

La toma de muestras, en cada una de las tres turberas estudiadas en esta Tesis Doctoral, se llevó a cabo con el empleo de una sonda manual (Fotos 5.1 y 5.2). La utilizada fue la sonda rusa del Laboratorio de Arqueobiología del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del C.S.I.C. Este tipo de sonda es una de las más habituales usada en los muestreos paleopalinológicos por su fácil manejo (Faegry & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991) (Fig. 5.2). El modelo empleado en este caso consiste en un semicilindro de acero, de 5 cm de diámetro y 50 cm de longitud, que se introduce a presión en el sedimento, permitiendo recoger éste mediante un giro de 360° sobre una lámina de acero. Una vez en la superficie, mediante un nuevo giro en sentido contrario al anterior, se libera el testigo.

Para facilitar su conservación, los testigos de cada sondeo se guardaron en semicilindros de PVC y se envolvieron en film transparente para evitar su desecación. Una vez empaquetados se anotaron en el film el principio y el final de los testigos y las profundidades a las que fueron tomados. Para su mejor conservación se introdujeron en cámaras refrigeradas a 4°C hasta su posterior tratamiento en el laboratorio.

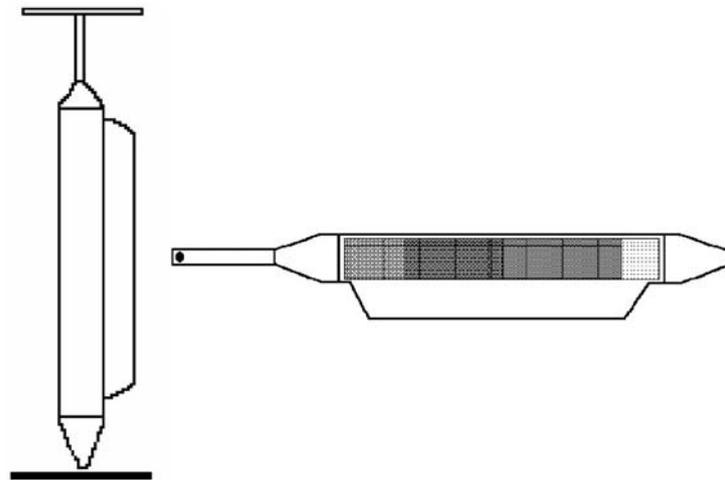


Figura 5.2: Dibujo esquemático de la sonda rusa que ha sido empleada para el sondeo de las tres turberas estudiadas en esta Tesis Doctoral.



Foto 5.1: Sondeo de la turbera del Alto de la Espina en junio de 2005 y detalle de la parte basal.



Foto 5.2: Sondeo de la turbera de Monte Areo en mayo de 2004.



5.1.3. Sedimentos lacustres: Lago Enol

En el Lago Enol se han estudiado dos tipos de sondeos.

- **Sondeo largo: ENO04-1D-1K**

Este sondeo se realizó en la zona más profunda del Lago Enol por medio de una sonda de pistón *Kullenberg* modificada sobre una plataforma flotante del Limnological Research Centre (LRC), University of Minnesota (Estados Unidos).

La plataforma flotante (Foto 5.3) está compuesta por planchas ligeras de aluminio que se montan sobre dos barcas, y el equipo consta de una torre donde se instala la sonda. La usada en Enol es de tipo *Kulleberg* y funciona por gravedad. Es un sistema que permite recuperar sondeos de hasta 12 m y lleva además un pistón que hace el vacío e impide que se pierda material. Se monta junto a un sondeo corto (*muck*) que tiene la función de recuperar la interfase sedimento-agua que muchas veces

se pierde al sacar un sondeo por gravedad. Cuando el *muck* toca el fondo, el movimiento del brazo que lo une al *Kulleberg* hace que éste se dispare y caiga por caída libre unos 2-3 m clavándose así en el sedimento. Por último, se desliza un ‘mensajero’ por el cable de la sonda para asegurar que el pistón se ha disparado y que el cable no está enrollado. Cuando se sube la sonda a la plataforma se observa que el pistón ha quedado arriba y que el tubo se ha llenado de sedimento.

- **Sondeo corto: ENO07-1C-1M**

Para el sondeo corto del Lago Enol se utilizó un sistema *Uwitec* (Foto 5.4). Es también un sistema de gravedad que permite obtener sondeos de unos 60 cm y, generalmente, recuperar la interfase sedimento-agua que suele perderse con los sondeos largos. El sistema de cierre es mediante una boya que se dispara automáticamente cuando se sube la sonda una vez obtenido el sedimento.



Foto 5.3: Sondeo largo del Lago Enol en mayo de 2004 con una plataforma flotante.



Foto 5.4: Detalle del sistema *Uwitec* para la recogida de sondeos cortos y sondeo en el Lago Enol en julio de 2007.

5.2. Descripción del sedimento y obtención de las muestras

La descripción de las secuencias sedimentarias de las turberas y el lago, y la obtención de las muestras para su posterior análisis polínico se llevaron a cabo en el laboratorio. Las muestras de las turberas se separaron en el Laboratorio de Arqueobiología (C.C.H.S., C.S.I.C.), mientras que la obtención de las muestras de los sondeos del Lago Enol se realizó en el Departamento de Procesos Geoambientales y Cambio Global del Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). En ambos casos, los testigos sedimentarios se desarrollaron y limpiaron en superficie para exponer el sedimento fresco y no contaminado para su laminación. Las descripciones generales de las secuencias se hicieron por unidades sedimentarias, anotando el color, textura, estratificación, etc., siguiendo para los registros turbosos básicamente la terminología expuesta por Aaby & Berglund (1986).

Cada muestra se guardó en una bolsa individual, y todas ellas se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis químico en el laboratorio.

5.3. Tratamiento químico de las muestras

El tratamiento químico de las muestras se llevó a cabo, en un principio, en el extinto Laboratorio de Arqueobotánica del Departamento de Prehistoria del Instituto de Historia (C.E.H., C.S.I.C.) y, más tarde, en el actual Laboratorio de Arqueobiología (Foto 5.5). El método usado fue el clásico para análisis polínicos (Faegry & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991) (Fig. 5.3). Básicamente consistió en un primer ataque al sedimento con HCl, para la disolución de los carbonatos; seguido de NaOH para la eliminación de la materia orgánica; y posteriormente de HF para la eliminación de los silicatos. El sedimento se trató con ‘licor de Thoulet’, líquido de densidad 2 que se usa para la separación de los microfósiles por diferencias densimétricas (Goeury & Beaulieu, 1979). La porción del sedimento que se obtuvo al final del proceso se conservó en gelatina de glicerina en tubos *ependorf* (Foto 5.6). No se procedió a la tinción de las muestras por la posibilidad que existe de que enmascare la ornamentación de ciertos tipos polínicos (Franco Múgica *et al.*, 1997).



Foto 5.5: Laboratorio de Arqueobiología (C.C.H.S, C.S.I.C.): detalle del equipamiento usado para procesar las muestras (campanas extractoras, centrifugas, puntas de ultrasonidos, etc.).

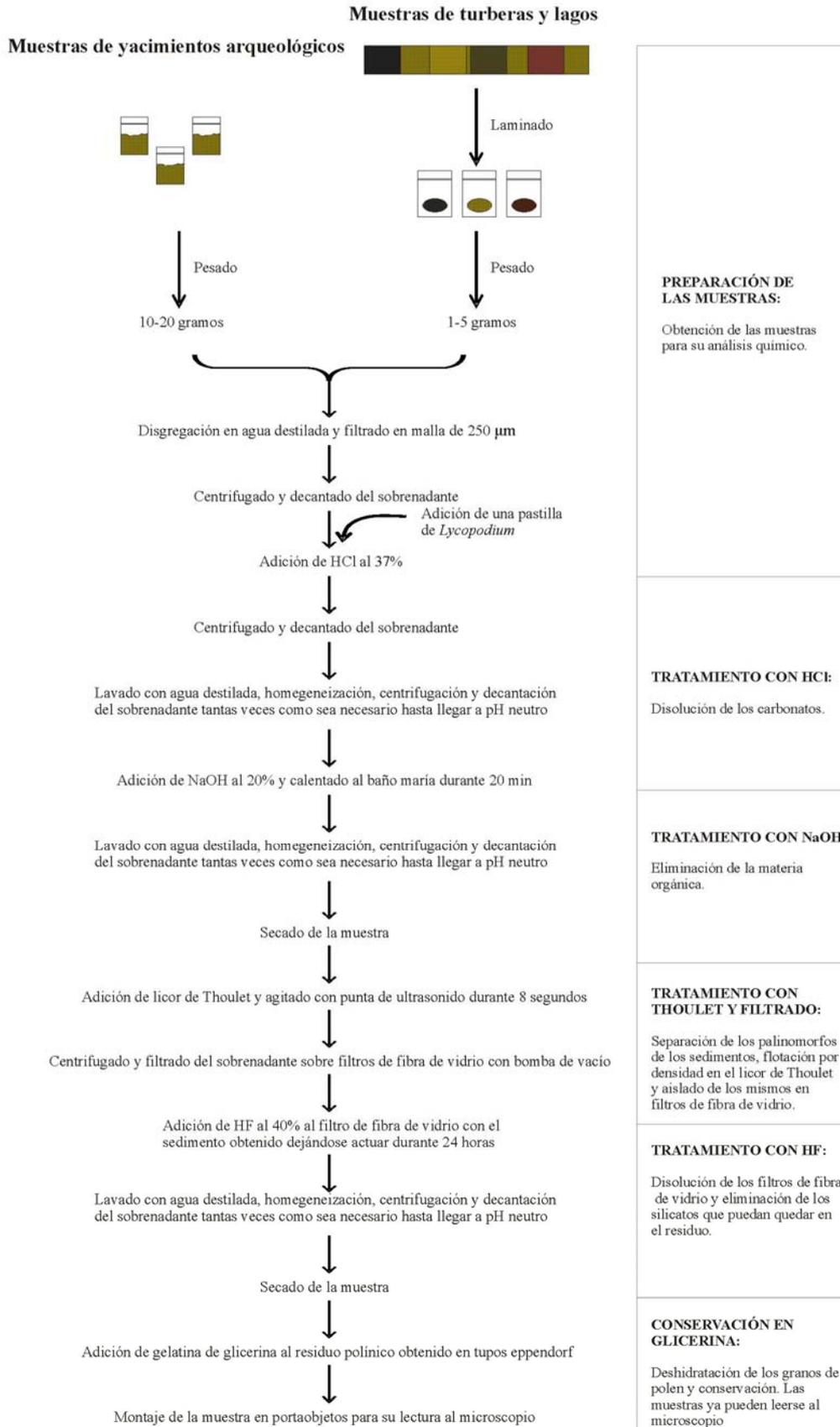


Figura 5.3: Protocolo químico utilizado para la extracción de palinomorfos de los sedimentos.



Foto 5.6: Tubos *ependorf* con la muestra conservada en gelatina de glicerina.

Adicionalmente, las muestras se pesaron en una balanza de precisión, antes de someterlas al tratamiento químico, para un posterior cálculo de concentración polínica. Al comienzo de cada tratamiento se añadió a cada muestra una pastilla de esporas de *Lycopodium* de concentración conocida, elemento exógeno usualmente empleado para poder estimar la concentración polínica (Stockmarr, 1971).

5.4. Dataciones radiocarbónicas

Las muestras para dataciones radiocarbónicas fueron tomadas en las mismas secuencias sedimentarias en las que se realizaron los análisis polínicos. La posición de las muestras se realizó teniendo en cuenta la composición sedimentológica, el espectro polínico presente y la aparición de macrorrestos vegetales susceptibles de ser datados. Las muestras para datar se guardaron en bolsas de plástico con cierre hermético, etiquetadas con sus datos correspondientes, y fueron enviadas a laboratorios en los que se realizan dataciones radiocarbónicas. Los laboratorios que han realizado las dataciones para esta Tesis Doctoral han sido:

- Center for Accelerator Mass Spectrometry (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Estados Unidos).
- Centro Nacional de Aceleradores (C.S.I.C., Sevilla).
- Laboratorio de Geocronología (Instituto de Química Física Rocasolano, C.S.I.C., Madrid).
- Poznań Radiocarbon Laboratory (Adam Mickiewicz University, Poznań, Polonia).
- Radiocarbon Laboratory (University of Arizona, Tucson, Estados Unidos).
- The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia).

Fueron datadas radiocarbónicamente 55 muestras en el total de esta Tesis Doctoral. La mayoría de las dataciones se han realizado directamente sobre el sedimento (arqueológico, turboso o lacustre), aunque en el Lago Enol se han realizado algunas sobre carbones encontrados en la secuencia y en Veranes sobre carbones y restos óseos. La mayoría de las dataciones han sido realizadas con la técnica AMS, aunque en la turbera de Monte Areo y en el yacimiento arqueológico de Veranes alguna de ellas ha sido realizada por ^{14}C convencional.

Las dataciones obtenidas han sido calibradas a partir de la datación estándar BP y su respectiva desviación típica, sirviéndose para la calibración de las mismas del programa CALIB 5.0.2, que trabaja con los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.*,

2004). Todas las fechas calibradas, tanto en años cal BP como en años cal BC o cal AD, quedan referidas al intervalo de probabilidad 2σ del 95,4%.

5.5. Identificación microscópica

Tras el tratamiento y conservación de las distintas muestras en gelatina de glicerina se montaron en láminas, en portaobjetos con cubreobjetos y posterior sellado con *histolaque*, para proceder al recuento de los distintos tipos polínicos y no polínicos al microscopio óptico (Fig. 5.4).

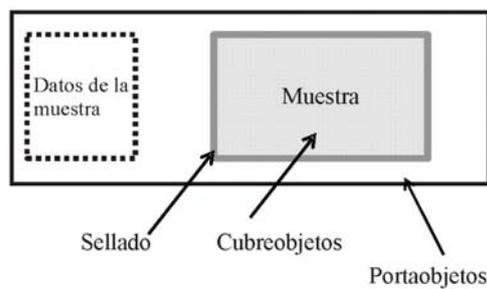


Figura 5.4: Esquema del montaje en portaobjetos de la muestra palinológica.

Al microscopio óptico (el modelo utilizado ha sido: Nikon Eclipse 50i; Foto 5.7) se realizaron los recuentos e identificación de los pólenes, esporas y otros microfósiles no polínicos que también aparecen en las láminas de polen con un aumento de 400 veces el tamaño real. Cuando se ha necesitado más detalle de la morfología polínica se ha llegado a usar un aumento de 1000 veces el tamaño real usando aceite de inmersión para ello. La lectura de las láminas se realizó mediante un barrido en líneas paralelas, uniformemente distribuidas sobre la superficie que ocupa el cubreobjetos, para subsanar la repartición diferencial de los granos de polen sobre la misma (Bastin, 1964; Heim, 1967).

5.5.1. Microfósiles polínicos

Para la identificación de los pólenes y las esporas de helechos y musgos encontradas se contó con la colección de referencia propia del Laboratorio de Arqueobiología (C.C.H.S., C.S.I.C.).

Además, para completar las identificaciones se han utilizado varios atlas polínicos básicos en la disciplina como Faegry & Iversen (1989), Moore *et al.* (1991) y Reille (1992, 1995). En la distinción de la morfología polínica del género *Plantago* se siguió a Ubera *et al.* (1988); y a Renault-Miskovsky *et al.* (1976) para los géneros de la familia Oleaceae. La diferenciación del morfotipo *Pinus pinaster*, respecto de otros pinos no montaños mediterráneos, se basó en Arobba (1979), Díaz-Laviada (1989), Mateus (1992) y Carrión *et al.* (2000b).

5.5.2. Microfósiles no polínicos

Con el protocolo palinológico tradicional, algunos microfósiles no polínicos (NPPs) aparecen conservados en las láminas y son susceptibles de recuento e identificación. Estos microfósiles pueden colaborar eficazmente a conocer los efectos de las influencias del pastoreo, incendios, cambios edáficos y climáticos, etc., aunque su cuantificación siempre resulta arriesgada (Carrión & Navarro, 2001).

En general, los microfósiles no polínicos se han asignado siguiendo la tipología numérica establecida por la Escuela del Dr. B. van Geel de la Universidad de Ámsterdam (van Geel, 2001), aunque en muchos de los casos es posible la identificación de los mismos a nivel genérico o específico. Cuando se hace

referencia al Tipo 55 se está señalando el Tipo 55A (*Sordaria*).



Foto 5.7: Microscopio óptico utilizado para la lectura de las láminas.

5.6. Elaboración y representación de los datos palinológicos

El último paso seguido en el análisis polínico ha sido la elaboración de un gráfico (diagrama o histograma) que muestre el desarrollo de los distintos tipos polínicos y no polínicos a lo largo de la secuencia temporal. Las representaciones gráficas de secuencias cuaternarias se muestran, tradicionalmente, en forma de diagramas continuos o histogramas de porcentajes y/o concentraciones de los distintos taxa en función de la profundidad o la edad. Las concentraciones polínicas, expresadas en granos/cm³, también se han presentado en diagramas. Se suelen elaborar histogramas polínicos para la representación de los datos en depósitos discontinuos, como en el

yacimiento arqueológico de Veranes en esta Tesis Doctoral; y diagramas polínicos de curvas continuas para la representación de los datos de registros continuos, como las tres turberas y el sondeo lacustre del presente trabajo.

El tratamiento de datos y representación gráfica se ha realizado con ayuda de los programas TILIA y TGView (Grimm, 1992, 2004), junto con el programa de dibujo COREL DRAW 3.0 para el perfeccionamiento de las figuras.

Siempre que se ha dado una muestra por válida, el número de granos de polen contados (suma base polínica) en ella ha superado los 300-500 procedentes de plantas terrestres en sedimentos de origen natural y de 150-200 en el yacimiento arqueológico de Veranes, albergando además una variedad taxonómica mínima de 20 tipos polínicos distintos (Sánchez Goñi, 1994; López Sáez *et al.*, 2003). Únicamente en algunas de las muestras de la turbera de Monte Areo, que se encuentran en el intervalo sedimentario situado entre los 60-70 cm de profundidad, no fue posible llegar a esta suma base polínica. Esto puede ser debido a que dicho tramo sedimentario se corresponde con una zona de baja concentración polínica. Teniendo en cuenta algunos de los microfósiles no polínicos que fueron en ella identificados en porcentajes reseñables (*Glomus cf. fasciculatum* y *Pseudoschizaea circula*), éstos parecen indicar la incidencia de procesos erosivos a los cuales se asociaría dicha baja concentración polínica (van Geel *et al.*, 1989; Pantaleón-Cano *et al.*, 1996).

El orden de representación de los taxa ha sido de izquierda a derecha: los tipos arbóreos, los tipos arbustivos, los tipos

herbáceos, los tipos de plantas hidro-higrófitas, y los microfósiles no polínicos. Para el cálculo de los porcentajes, en los diagramas continuos e histogramas polínicos se han excluido de la suma base polínica los taxa hidro-higrófitos y los microfósiles no polínicos, que se consideran de carácter local o extra-local, por lo que suelen estar sobrerrepresentados (Wright & Patten, 1963; López Sáez *et al.*, 1998, 2000, 2003). Además, en los yacimientos arqueológicos, caso de Veranes, también suelen excluirse de la suma base polínica a Cichorioideae, *Aster* tipo y Cardueae porque aparecen sobrerrepresentados debido a su carácter antropozoógeno (Bottema, 1975; Carrión, 1992; Burjachs *et al.*, 2003; López Sáez *et al.*, 2003). El porcentaje relativo de estos palinomorfos excluidos se ha calculado respecto a la suma base polínica.

La subdivisión de la secuencia palinológica en zonas polínicas es útil para poder realizar su descripción, interpretación y discusión fácilmente, además de para realizar estudios comparativos entre diferentes secuencias (Birks, 1986). Esta división puede realizarse de varias maneras dependiendo de los objetivos de la investigación (Birks & Birks, 1980). Para la zonación polínica de esta Tesis Doctoral se ha realizado una clasificación divisiva con el programa CONISS, incluido en el paquete TILIA, que realiza un análisis cluster jerarquizado por estratos (Grimm, 1987).

5.7. Interpretación de los datos palinológicos

Una vez que se obtiene la representación gráfica de los datos obtenidos se procede a la interpretación de los resultados. En Paleopalínología, a la hora de las interpretaciones, se asumen varios

postulados (Birks & Birks, 1980; Faegry & Iversen, 1989):

- 1) Hay que tener en cuenta el tipo de registro sedimentario muestreado y sus características particulares (latitud, altitud, etc.), el tipo de muestreo y, en general, todo el procedimiento desarrollado para obtener los datos;
- 2) La lluvia polínica fósil refleja la vegetación del pasado al igual que la lluvia polínica actual refleja la vegetación del presente;
- 3) La evolución de las plantas durante el Cuaternario no ha producido grandes variaciones en las características morfológicas y ecológicas de las mismas, por lo que pueden compararse con las actuales.

Una característica de las plantas, que hay que tener en cuenta a la hora de interpretar paleoecológicamente las secuencias polínicas, es la producción polínica de cada taxón; ya que plantas con dispersión anemófila (p.e. género *Pinus*) aparecerán sobrerrepresentadas en comparación con plantas que puedan tener una dispersión zoófila (p.e. *Tilia*). Por ello, es muy importante saber asignar una interpretación correcta a los distintos porcentajes de los diferentes taxa identificados, ya que no es lo mismo tener un 10% de polen de pino que de tilo, por poner un ejemplo.

Otra de las características importantes, para una interpretación correcta, es conocer la capacidad de conservación de los granos de polen y esporas. Ésta depende, fundamentalmente,

de sus características morfológicas, propias de cada especie, y de las condiciones del medio en el que sedimenta; ya que para la conservación de las cubiertas polínicas es necesario que se produzcan unas características determinadas. En general, el polen se conserva mejor en medios húmedos y anaerobios como las turberas y lagos, que en yacimientos arqueológicos. Esta conservación diferencial no ha de olvidarse, por lo tanto, para extraer correctas conclusiones de los datos.

Para terminar, ya que es imposible exponer en un apartado de estas características todas las particularidades a la hora de interpretar cada tipo de depósito sedimentario, hay que tener en cuenta la acción antrópica. Ésta puede favorecer la dispersión de especies zoófilas y relacionadas con los seres humanos, al igual que puede identificarse por la aparición de especies cultivadas y por un reflejo de una intensa transformación del paisaje, sobre todo en los últimos milenios.

5.8. Modelos de edad de los registros continuos

El método más común usado para estimar la edad de las muestras polínicas es la interpolación, donde su edad se calcula mediante una interpolación lineal entre dataciones radiocarbónicas contiguas (excepto para el sondeo largo del Lago Enol, del que se detalla la elaboración del modelo de edad en su apartado de resultados). Esta manera de calcular las edades de las distintas muestras tiene la desventaja de suponer tasas de sedimentación continuas entre dataciones, por lo que puede haber cambios en la tasa de sedimentación entre dos dataciones que hagan que la reconstrucción cronológica no sea la adecuada. De todas maneras, en esta

Tesis Doctoral se ha intentado contar con las suficientes dataciones radiocarbónicas por secuencia para que estos cambios en las tasas de sedimentación queden reflejados y las reconstrucciones sean lo más realistas posibles.

Para realizar estas interpolaciones se han utilizado las dataciones calibradas en años cal BP y, dado que las calibraciones son intervalos de probabilidad, se ha escogido el punto de mayor probabilidad del intervalo de calibración para cada datación. Este punto de mayor probabilidad se ha obtenido con el programa de calibración CALIB 5.0.2, como punto de referencia para los cálculos de las edades.

5.9. Análisis de rarefacción: la diversidad del registro fósil

Hay muchos factores que influyen en la composición cualitativa y cuantitativa de una muestra polínica. El principal factor, que además es uno de los principios básicos del análisis polínico, es la composición de la vegetación en el área de recepción polínica del lugar del que deriva la muestra (Birks & Birks, 1980). De aquí se puede extraer que la riqueza polínica pueda ser una medida de la riqueza florística y, por lo tanto, un índice de la diversidad de la vegetación del paisaje reflejado en cada zona.

El número de tipos polínicos (T) presente en cada muestra polínica es una medida de la riqueza taxonómica de esas muestras. No obstante, esta medida depende mucho del tamaño de la muestra, de modo que si el esfuerzo de conteo no es similar, la comparación de distintos valores no será válida, a menos que se utilicen índices que no dependan del tamaño de la muestra o se estandarice el tamaño mediante algún

método (Moreno, 2001). Hoy por hoy, el tipo de índice más adecuado para medir la diversidad polínica del registro fósil es el análisis de rarefacción, que estandariza los tamaños muestrales y no tiene en cuenta los problemas de las abundancias de los distintos taxa (Birks & Line, 1992; Foote, 1992). La técnica de análisis de rarefacción permite la estimación de la riqueza polínica [$E(T_n)$] que se esperaría si los conteos polínicos de las diferentes muestras tuvieran el mismo tamaño (n), y tiene el aliciente añadido de ser uno de los métodos más sencillos para calcular la diversidad en el registro fósil (Birks & Line, 1992; Wolfe, 1995; Seppä, 1997).

La riqueza de tipos polínicos de una colección generalmente incrementa con N (número de granos contados por muestra) (Odgaard, 1999), por lo que para comparar la riqueza entre diferentes muestras se requiere que éstas se reduzcan a un tamaño común (Hurlbert, 1971). $E(T_n)$ es el número de tipos polínicos esperado en una muestra de n individuos seleccionados al azar de una colección que contiene N individuos y T tipos polínicos, calculándose a partir de la fórmula siguiente (Hurlbert, 1971; Heck *et al.*, 1975):

$$E(T_n) = \sum_{i=1}^T 1 - \left[\frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Donde $E(T_n)$, es el número esperado de tipos polínicos en una muestra; T , es el número de tipos polínicos que tiene la muestra en el recuento original; N_i , es el número de granos asignados al tipo polínico i en el recuento polínico original; N , es el número total de granos contados en la

muestra ($=\sum N_i$); y n , es el número de granos elegidos para la estandarización ($n \leq N$).

Mientras que la varianza del número de tipos esperado en una muestra aleatoria de n individuos es:

$$\text{var}(T_n) = \binom{N}{n}^{-1} \left[\sum_{i=1}^T \binom{N-N_i}{n} \left(1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right) + 2 \sum_{j=1}^T \sum_{i=j+1}^T \left(\binom{N-N_i-N_j}{n} - \frac{\binom{N-N_i}{n} \binom{N-N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right) \right]$$

La desviación estándar de (T_n) es la raíz cuadrada de $\text{var}(T_n)$, y $E(T_n) \pm 1.96$ veces la desviación estándar de (T_n) proporciona unos los intervalos de confianza al 95% (Heck *et al.*, 1975).

En Paleopalinología se aceptan una serie de asunciones biológicas que permiten la aplicación del análisis de rarefacción (Birks & Line, 1992):

- 1) El recuento polínico de cada nivel (de tamaño N) debe de ser estadísticamente adecuado y representativo de la muestra del registro polínico fundamental preservado en la muestra de sedimento.
- 2) Las muestras dentro de o entre sondeos que se comparan deben de ser similares en su flora polínica general. Esto es debido a que el análisis de rarefacción sólo considera número de taxa, no la identidad de esos taxa.
- 3) Para poder comparar espectros polínicos, éstos deben de estar analizados a un detalle taxonómico comparable y deben proceder de

5. Material y métodos

condiciones de sedimentación y deposición similares.

- 4) El conteo polínico debe realizarse de manera aleatoria.

Este análisis se ha realizado en cada una de las muestras analizadas palinológicamente procedentes de depósitos de origen natural incluyendo árboles, arbustos, herbáceas y plantas hidrohigrófitas, plasmándose los resultados

obtenidos con el programa ANALYTIC RAREFACTION 1.3 (disponible en <http://www.uga.edu/strata/software/Software.html>) en gráficas que muestran el cambio en la diversidad polínica a lo largo del tiempo con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. El número de granos elegido (n) para la estandarización ha sido 190, puesto que esta cantidad ha sido la mínima contada en la turbera de Monte Areo.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

6.1. Turbera litoral de Las Dueñas

6.1.1. Introducción

Asturias es un territorio en el que la historia de su vegetación ha sido relativamente bien estudiada para el Holoceno, aunque la mayoría de los trabajos recientes y con dataciones ^{14}C han sido sobre sedimentos turbosos en zonas de alta montaña de la Cordillera Cantábrica (López Sáez *et al.*, 2006b). Sin embargo, en el caso de zonas interiores no montañas, o en situaciones litorales o prelitorales, las reconstrucciones de la paleovegetación y la cronológica son, *grosso modo*, una extrapolación de lo aportado por los registros de la Cornisa Cantábrica (Salas, 1992, 1995; García Antón *et al.*, 2006). Afortunadamente, cada vez se cuenta con un registro paleoambiental más amplio de esta provincia española, especialmente de su zona litoral, en una aproximación que podría extenderse al conjunto de toda la costa cantábrica; lo cual está permitiendo que este tipo de hábitat, sometido a la influencia directa del mar Cantábrico, sea mejor conocido. No obstante, la adscripción cronológica de algunas secuencias asturianas, especialmente de las situadas en el litoral oriental (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Menéndez Amor & Florschütz, 1961) aún resulta demasiado confusa, ya sea por la ausencia de datación radiocarbónica que las feche, bien por su escasa resolución muestral.

En general, en Asturias las turberas son más frecuentes en áreas de montaña, donde las bajas temperaturas no favorecen la

actividad microbiana de descomposición de la materia orgánica, permitiendo la acumulación de turba (Aldasoro *et al.*, 1996). En el caso de la turbera litoral de Las Dueñas, la presencia de un relieve de rasa costera bastante llano, así como un sustrato edáfico cuarcítico impermeable, que dificulta el drenaje del agua (procedente de los arroyos de Las Muelas y San Roque, así como del río Piñera), han dado lugar a un medio anóxico en el que no se completan los procesos de descomposición de la materia orgánica, permitiendo la formación de un depósito turboso. La turbera de Las Dueñas (Foto 6.1), con unas 27 hectáreas de extensión, es sin duda alguna la mayor de las turberas litorales de Asturias, habiendo sido declarada Monumento Natural en 2002, lo que le otorga un estatus de protección según el Decreto 99/2002 de 25 de julio, en el cual se la declara como el Monumento Natural la Turbera de Las Dueñas (Cudillero) (B.O.P.A., 2002).

El objetivo del estudio de esta turbera litoral es describir la paleovegetación del área de Cudillero durante el Holoceno, a partir del estudio palinológico de la turbera de Las Dueñas. Este registro paleoambiental es, junto con el de la ría de Villaviciosa (García Antón *et al.*, 2006), el más completo a nivel cronológico de todo el litoral asturiano.

6.1.2. Área de estudio

La turbera de Las Dueñas (López-Merino *et al.*, 2006) se localiza en la rasa costera del concejo de Cudillero, en la zona centro occidental de Asturias



Foto 6.1: Vista de la turbera de Las Dueñas.

(coordenadas: 43° 33' 43.5'' N, 6° 10' 18.79'' O), entre la Concha de Artedo y la Punta de Castañal, al oeste del pueblo de Villademar, en las inmediaciones de la zona conocida como Las Dueñas (Foto 6.2 y Fig. 6.1). Las Dueñas se encuentra en el piso colino, a unos 127 m de altitud, dentro de un ombroclima húmedo.

Esta turbera es de tipo minerotrófico, en la cual las especies vegetales más abundantes son del género *Sphagnum*, que se distribuyen según el grado de inundación del área, la atrapamoscas (*Drosera rotundifolia*), varias especies arbóreas dispersas como alisos (*Alnus glutinosa*), sauces (*Salix* sp.) y pinos (*Pinus pinaster*), y, finalmente, diversos pteridófitos, a veces relativamente abundantes, caso de *Osmunda regalis* y

Pteridium aquilinum; o, en los bordes de la turbera, *Equisetum ramosissimum*. En los enclaves de mayor elevación se instalan brezales de borde de turbera con los brezos (*Erica mackaiana* y *E. tetralix*), la brechina (*Calluna vulgaris*), o el lastón de llamargas (*Molinia caerulea*) entre las especies más representativas (Foto 6.3).

A nivel biogeográfico, el área de estudio se sitúa dentro de la región Eurosiberiana, cuyas características climáticas son las adecuadas para el desarrollo de formaciones planocaducifolias con especies como robles (*Quercus robur*), abedules (*Betula alba*), alisos (*Alnus glutinosa*) y avellanos (*Corylus avellana*), entre otras; acompañadas de arbustos como *Ulex europaeus* y diversas especies del género *Erica*.



Figura 6.1: Localización de la turbera de Las Dueñas.



Foto 6.2: Vista aérea de la turbera de las Dueñas. Se indica el punto de muestreo.



Foto 6.3: Detalle de la turbera. A la izquierda puede verse el lecho de *Sphagnum*, destacando en su seno *Erica tetralix*. A la derecha se observa en detalle a la planta carnívora *Drosera rotundifolia*.

6.1.3. Material estudiado

El sondeo de la turbera de Las Dueñas se realizó mediante una sonda rusa obteniendo un testigo sedimentario de apenas 50 cm, a pesar de llevar a cabo en ella más de 70 sondeos diferentes que en ningún caso arrojaron una potencia sedimentaria mayor.

Las muestras para el análisis polínico, que se obtuvieron en el laboratorio, fueron un total de 33. Se estudiaron con un grado de resolución centimétrico los 30 cm inferiores del testigo, constituidos por turba, y de 10 cm para los 20 cm superficiales, ya que éstos últimos, al tratarse de restos de esfagnos muy fibrosos y poco compactados, no pudieron estudiarse a mayor resolución. Estas mismas muestras se sometieron al análisis de rarefacción para el cálculo de los tipos polínicos esperados estandarizando n a 190.

En el registro de Las Dueñas se han efectuado tres dataciones radiocarbónicas (AMS) directamente sobre la turba (Tabla 6.1): una en la base del testigo (48-49 cm) para detallar el inicio de la formación de esta turbera; y otras dos en su parte media (37-38 cm y 25-25 cm), para conocer las características de su sedimentación. En la Fig. 6.2 puede observarse el modelo de edad-profundidad para Las Dueñas junto con su descripción sedimentaria.

6.1.4. Resultados

Las datos referidos a las tres dataciones obtenidas en este sondeo quedan reflejados en la Tabla 6.1, lo cual permite estimar que la turbera de Las Dueñas se formó en los inicios del Holoceno, *ca.* 11500 cal BP, según la datación de 9955 ± 70 BP (11366 cal BP) disponible para la base del testigo. Su escasa potencia sedimentaria, comparada con el gran intervalo temporal

que comprende, pone en evidencia una tasa de sedimentación muy rápida en los 12 cm inferiores de la secuencia, que se corrobora con la datación obtenida de 9485 ± 70 BP (10771 cal BP) en el tramo sedimentario 37-38 cm, y una tasa de sedimentación mucho más lenta para el resto de la secuencia (Fig. 6.2). Teniendo en cuenta las dos fechas radiocarbónicas citadas, y la correspondiente al tramo 24-25 cm (3570 ± 40 BP; 3723 \pm 40 BP), puede estimarse que la mitad inferior

del registro sedimentario correspondería a casi 8000 años cal BP de sedimentación, por lo que la resolución de la secuencia, a pesar de haber sido estudiada al centímetro, tiene ciertas limitaciones interpretativas que, en cambio, no poseen otras secuencias asturianas prelitorales, con igual amplitud cronológica, caso de la turbera de Monte Areo, cercana a Gijón, que se presentará en este mismo capítulo.

Referencia laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Método	Datación ^{14}C BP	Edad calibrada cal BP (2σ)	Punto de mayor probabilidad cal BP	Edad calibrada cal BC (2σ)
Ua-32241	24-25	turba	AMS	3570 ± 40	3723-3978	3871	2029-1774
Ua-32081	37-38	turba	AMS	9485 ± 70	10570-11089	10771	9140-8621
Ua-32242	48-49	turba	AMS	9955 ± 40	11249-11604	11366	9655-9300

Tabla 6.1: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera de Las Dueñas. Todas ellas se han realizado en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia).

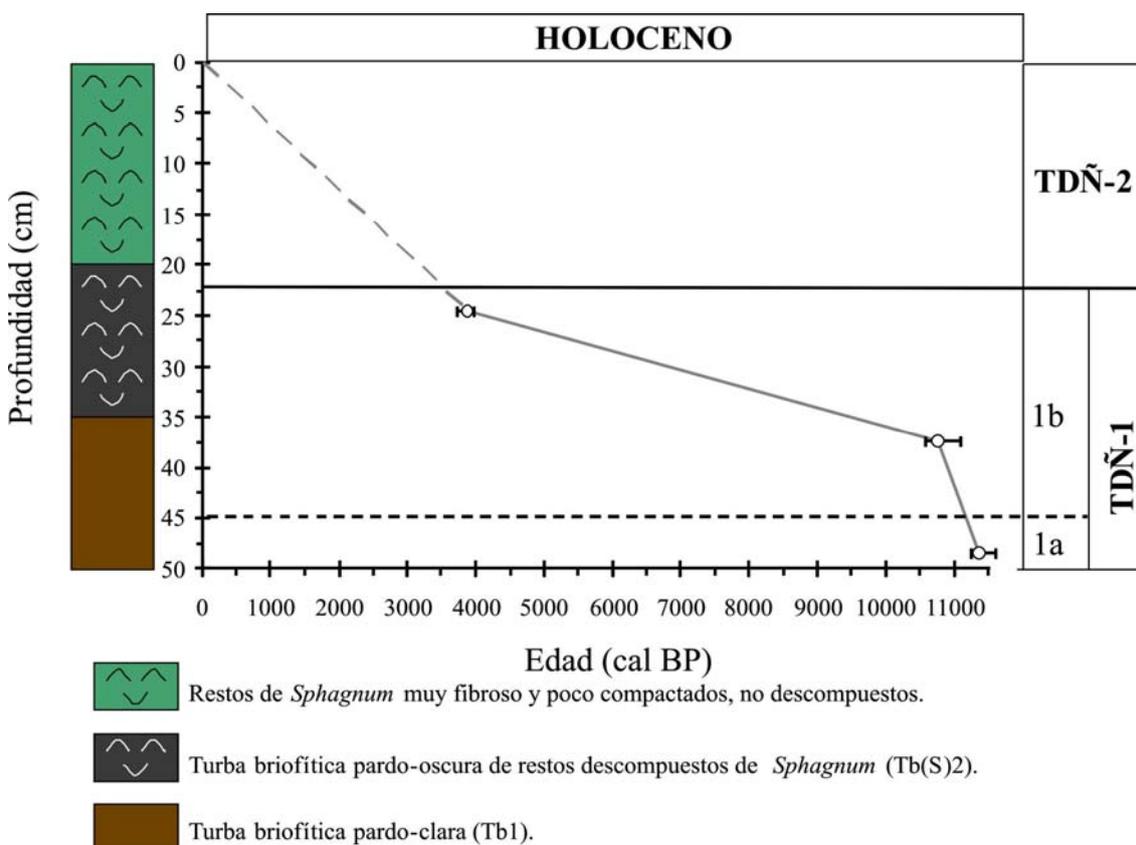


Figura 6.2: Modelo de edad-profundidad para la turbera de Las Dueñas. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama discontinua es una extrapolación considerando el techo de la turbera a 0 cal BP.

Los 20 cm superficiales del registro son difíciles de encuadrar cronológicamente dadas sus características sedimentarias antes citadas y la limitación expuesta de haber estudiado únicamente tres muestras, aunque con toda seguridad deban situarse en el Holoceno final. Teniendo en cuenta lo mostrado, especialmente en referencia a la tasa de sedimentación tan variable detectada, no debe descartarse la existencia de un posible hiato sedimentario en el contacto turba-restos fibrosos no degradados de esfagno, de ahí que toda extrapolación cronológica de los 20 cm superficiales deba ser tomada con precaución. Además, los datos obtenidos en Las Dueñas concuerdan igualmente con lo que se detecta en diversas secuencias palinológicas de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, que recogen intervalos cronológicos correspondientes al final del Pleistoceno y mediados del Holoceno, existiendo un hiato en los inicios del Holoceno medio (quizás en el contacto entre la turba clara y la oscura). Las causas de este hiato cronológico son aún inciertas, aunque lo más probable es que se deba a la ocurrencia de un evento climático abrupto, denominado evento 8200 cal BP, que de alguna manera habría afectado a la sedimentación de los depósitos turbosos del norte peninsular (López Sáez *et al.*, 2006b). No debemos descartar, por lo tanto, que otro posible hiato sedimentario hubiera afectado a la turbera de Las Dueñas en este periodo cronológico dado el amplio intervalo temporal que se observa en muestras separadas por poco más de 10 cm: 9485 ± 70 BP (37-38 cm) y 3570 ± 40 BP (24-25 cm).

Para facilitar el estudio de la secuencia, los diagramas polínicos de porcentajes y concentraciones (Figs. 6.3a-c y 6.4a-c), y el gráfico de rarefacción (Fig. 6.5) de ésta se han subdividido en dos zonas

polínicas principales, cuya descripción, de base a techo, queda recogida a continuación:

ZONA TDÑ-1 (50-22 cm)

Se observa un dominio del componente herbáceo y, en menor medida, del arbustivo. En el primero el taxón preponderante es Poaceae, cuyo porcentaje disminuye progresivamente a lo largo de la zona polínica, y en menor medida Cardueae, Liliaceae y *Urtica dioica* tipo. En el segundo Fabaceae y *Erica* tipo son los palinomorfos mejor representados. Dentro del estrato arbóreo destacan *Betula* y *Quercus* caducifolio. *Osmunda regalis* y Cyperaceae son las hidro-higrófitas mayoritarias. La diversidad polínica oscila entre 20-25 tipos esperados, no siendo destacable ninguna oscilación mayor, ya que los valores de las distintas muestras se mueven en un intervalo muy reducido. Esta zona puede subdividirse, a su vez, en dos subzonas polínicas:

Subzona TDÑ-1a (50-45 cm): caracterizada por los altos porcentajes de Poaceae, los más altos en la secuencia (56.8-66%) y, en general, del componente herbáceo (67.1-78.5%), cuyos taxa dominantes son los citados para la zona TDÑ-1 amén de *Aster* tipo. Tanto la cubierta arbórea como la arbustiva poseen bajos porcentajes. Los árboles (9.6-22.9%) están representados por *Quercus* caducifolio (3.8-17.2%), *Betula* (1.9-5.6%), *Salix* (0.2-2.5%), *Pinus sylvestris* tipo (1-3.2%), *Corylus* (0-1.7%) y *Quercus* perennifolio (0.8-1.7%); siendo reseñable la documentación, aun cuando puntual y en porcentajes que no superan el 0.5%, de *Castanea* y *Olea europaea*. Entre los arbustos (9.9-18.3%) los taxa más importantes son *Erica* tipo (1.9-5.5%), Fabaceae (3.6-12.4%), *Juniperus* tipo (0.5-2.5%) y *Prunus* tipo (0-0.5%). Cyperaceae,

Drosera rotundifolia tipo y *Osmunda regalis* son las hidro-higrófitas más importantes en la subzona; mientras que entre los microfósiles no polínicos sólo es destacable la continua presencia de *Spirogyra* (Tipo 315).

Subzona TDÑ-1b (45-22 cm): caracterizada en su inicio por la misma preponderancia del polen herbáceo descrita para TDÑ-1a, aunque éste va disminuyendo progresivamente a lo largo de toda la subzona (pasa de porcentajes de casi el 70% a menos del 50%). Este dominio está representado, en su mayoría, por Poaceae (33.5-52.8%), aunque otros taxa herbáceos también están representados y siguen la misma línea que en la subzona anterior. La cubierta arbórea aumenta, pasando de porcentajes del 20 al 50%; y está constituida por *Betula* -que aumenta sus porcentajes en los dos primeros tercios de la subzona (5.9-17%) y disminuye en el último (5.1-12.8%)-, *Corylus* -con porcentajes bajos pero constantes en los dos primeros tercios (<1%) y un desarrollo en el último (1.8-10.9%)-, *Pinus sylvestris* tipo -que continúa con la tendencia que tenía en TDÑ-1a (0.7-3.5%)-, *Quercus caducifolia* -que aumenta progresivamente sus porcentajes aunque con un ligero retroceso al final de la subzona (7-28.4%)-, y, finalmente, *Salix*, con porcentajes más o menos constantes (1.6-6.7%). Es destacable la presencia de *Quercus perennifolia* intermitentemente pero continuada durante la subzona (<1%); de *Castanea* y *Olea europaea* al principio de la subzona, en la denominada TDÑ-1b₁ (<0.5%), continuando con la subzona anterior; de *Carpinus betulus* tipo de manera puntual en TDÑ-1b₂; de *Alnus* al final de TDÑ-1b₂; de *Quercus suber* de manera constante en TDÑ-1b₃ alcanzando porcentajes entre 0.2 y 1.9%; y de *Pinus*

pinaster, que empieza a aparecer al final de la subzona con bajos porcentajes. Entre los arbustos, como en la subzona anterior, *Erica* tipo y Fabaceae son los mayoritarios, a los que se unen otros con menor representación como *Calluna vulgaris*, *Juniperus* tipo, *Prunus* tipo y *Sambucus nigra* tipo. En cuanto al componente hidro-higrófito se presenta algún cambio, aunque siguen dominando Cyperaceae y *Osmunda regalis*, pero *Drosera rotundifolia* tipo disminuye hacia el final de la subzona, mientras que los porcentajes de *Pteridium aquilinum* incrementan y los de Filicales monoete mantienen valores bajos pero constantes. Destacable es la aparición en TDÑ-1b₂ de *Nymphaea alba* tipo. Los microfósiles no polínicos más importantes en la subzona corresponden a *Spyrogira*, *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207), el Tipo 18 en toda ella, y *Sordaria* (Tipo 55) en el último tercio de la misma (TDÑ-1b₃).

ZONA TDÑ-2 (22-0 cm)

El dominio porcentual en esta zona corresponde al componente arbóreo (53.8-74%), al contrario que en la zona anterior, coincidiendo con el gran aumento de los porcentajes de *Pinus pinaster* (12.8-55%). Entre los taxa arbóreos destacan *Betula* (3.6-11.2%), *Corylus* (2.4-6.7%), el detrimento de *Quercus caducifolia* (pasa del 20.6 al 5%), el desarrollo de *Alnus* (<3%), y la aparición de *Fagus* al final del registro. En el estrato arbustivo domina *Erica* tipo (2.2-7.1%), mientras que entre las herbáceas son Poaceae (12.2-32.9%), Cardueae (0.8-2.4%) y *Urtica dioica* tipo (0.4-3.2%) los tipos predominantes. Es destacable la aparición de *Frangula alnus*. *Osmunda regalis*, junto con *Pteridium aquilinum*, son los máximos representantes del componente hidro-higrófito; mientras que los microfósiles no

6. Resultados e interpretación de las secuencias

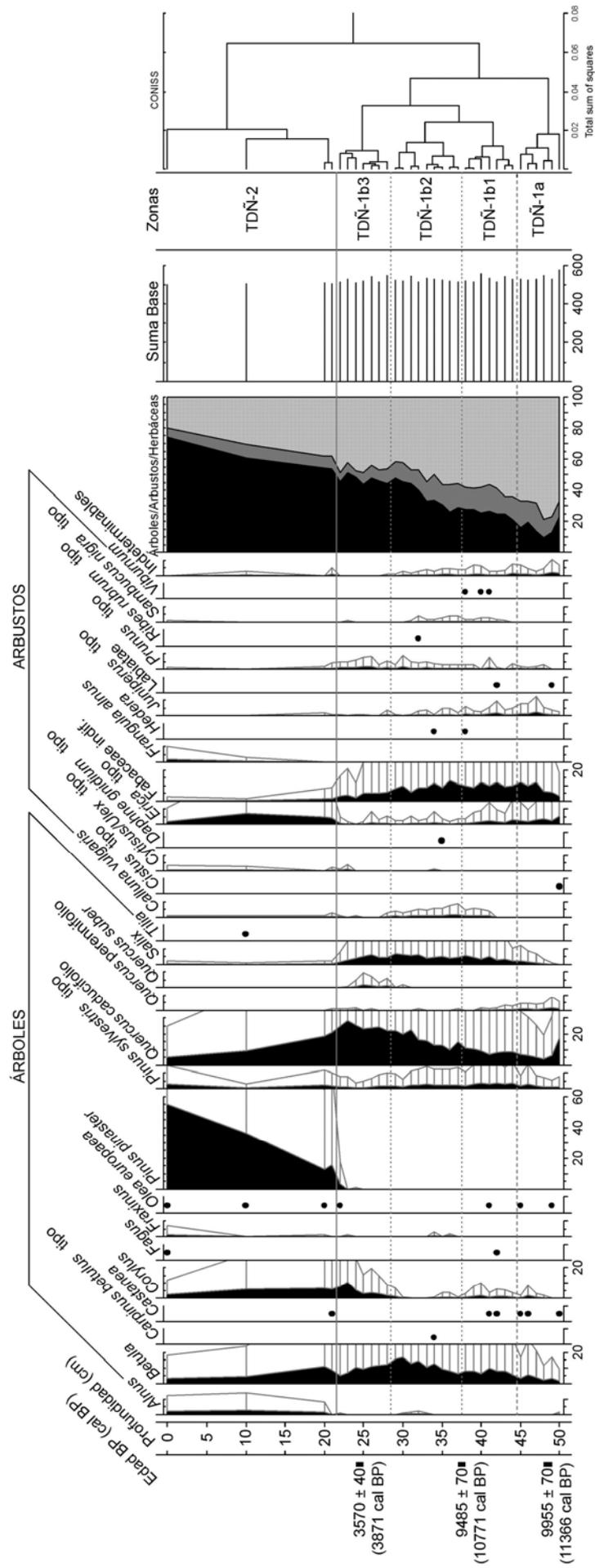


Figura 6.3a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

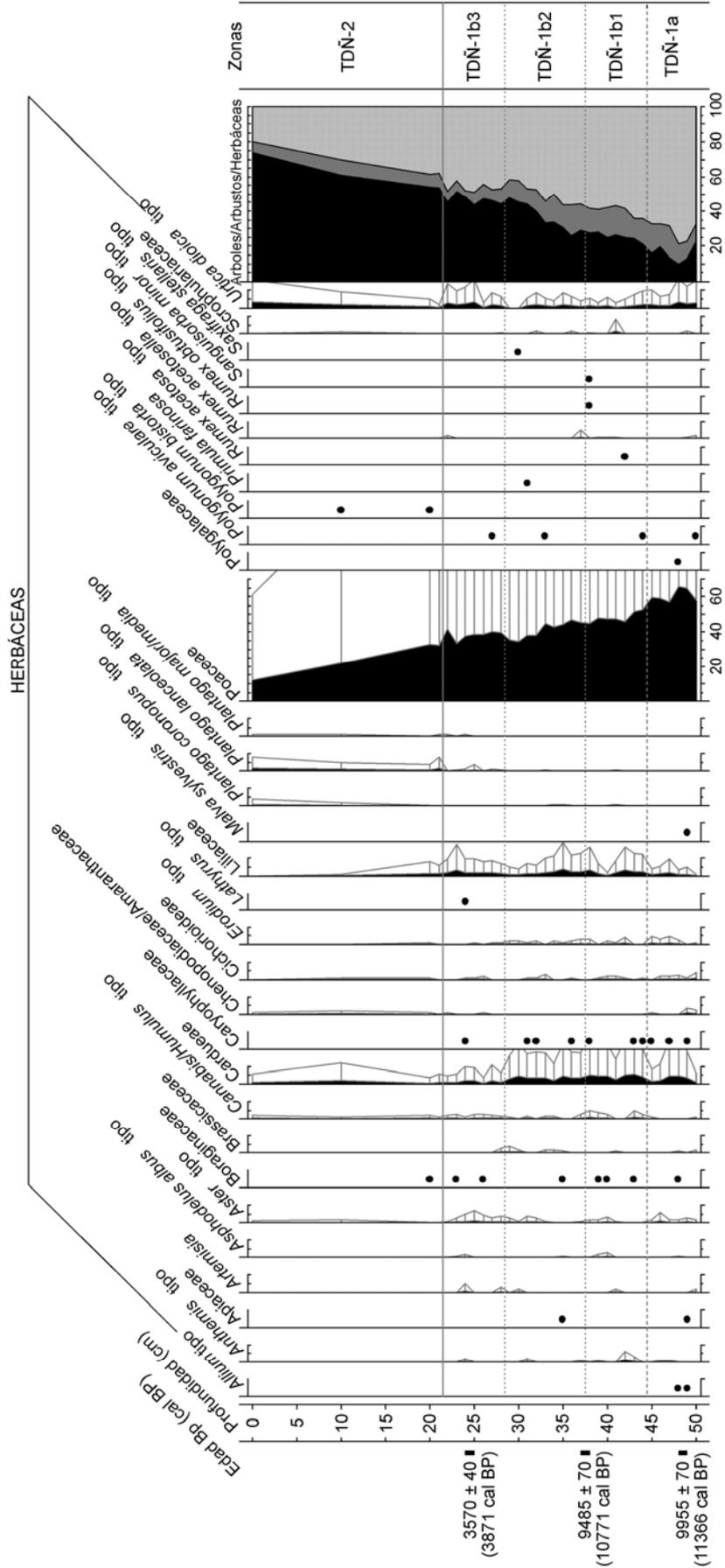


Figura 6.3b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

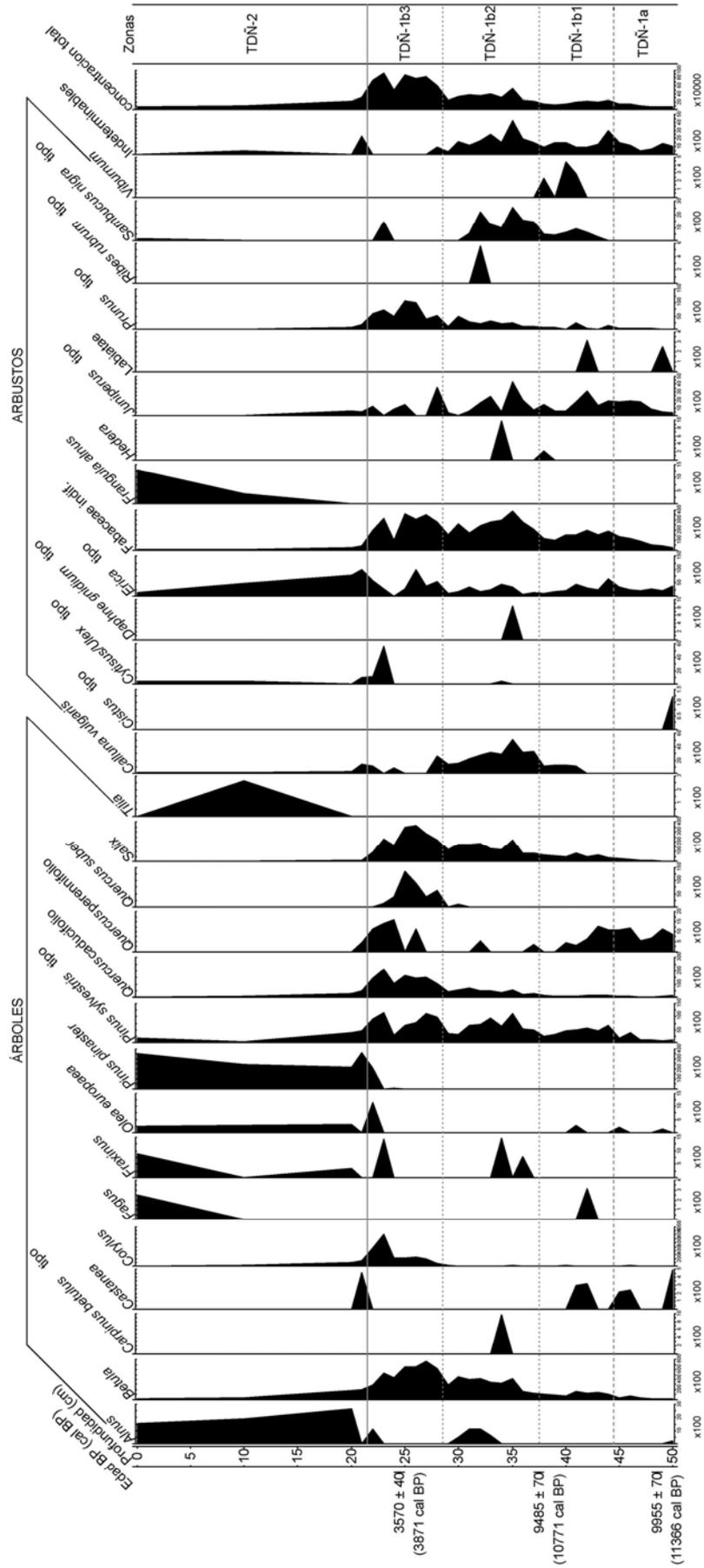


Figura 6.4a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y arbustos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).

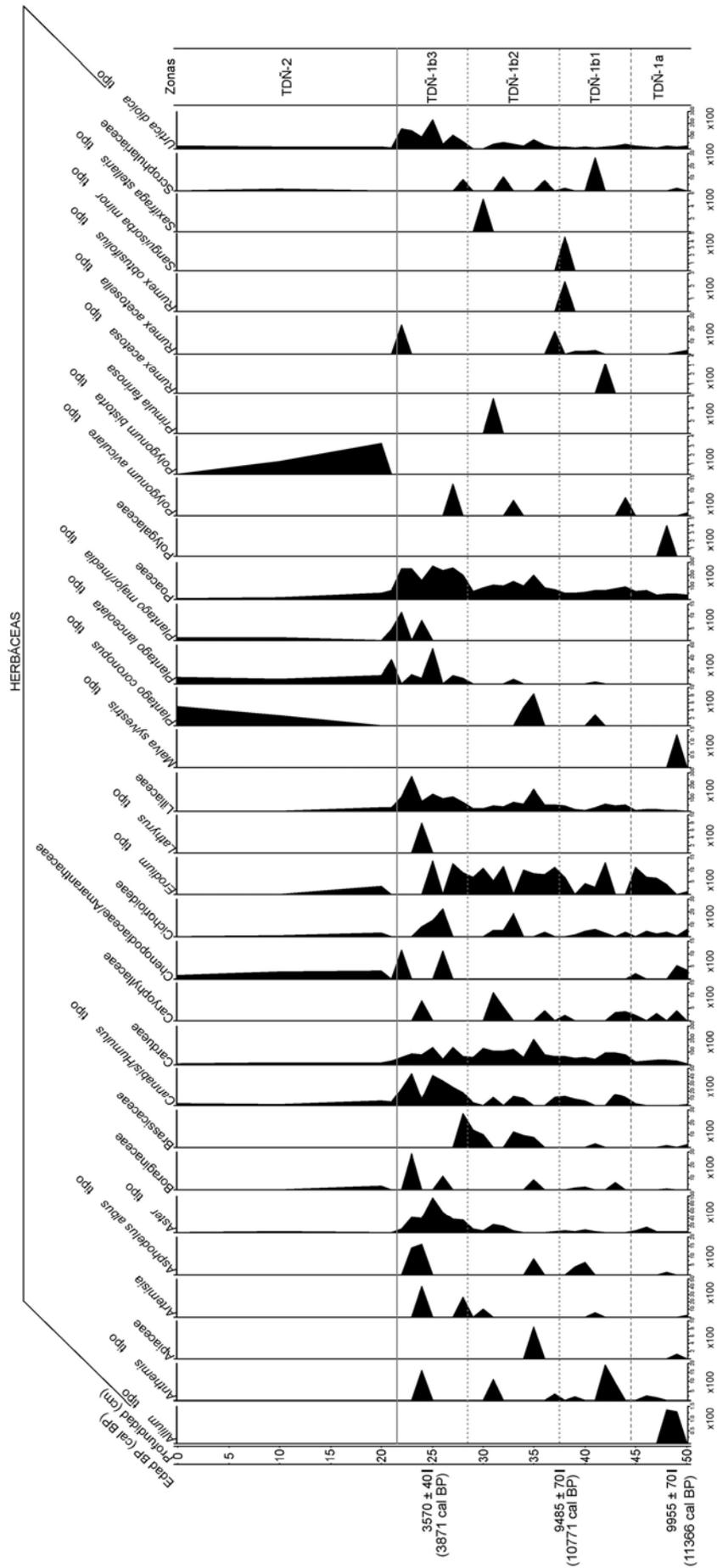


Figura 6.4b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).

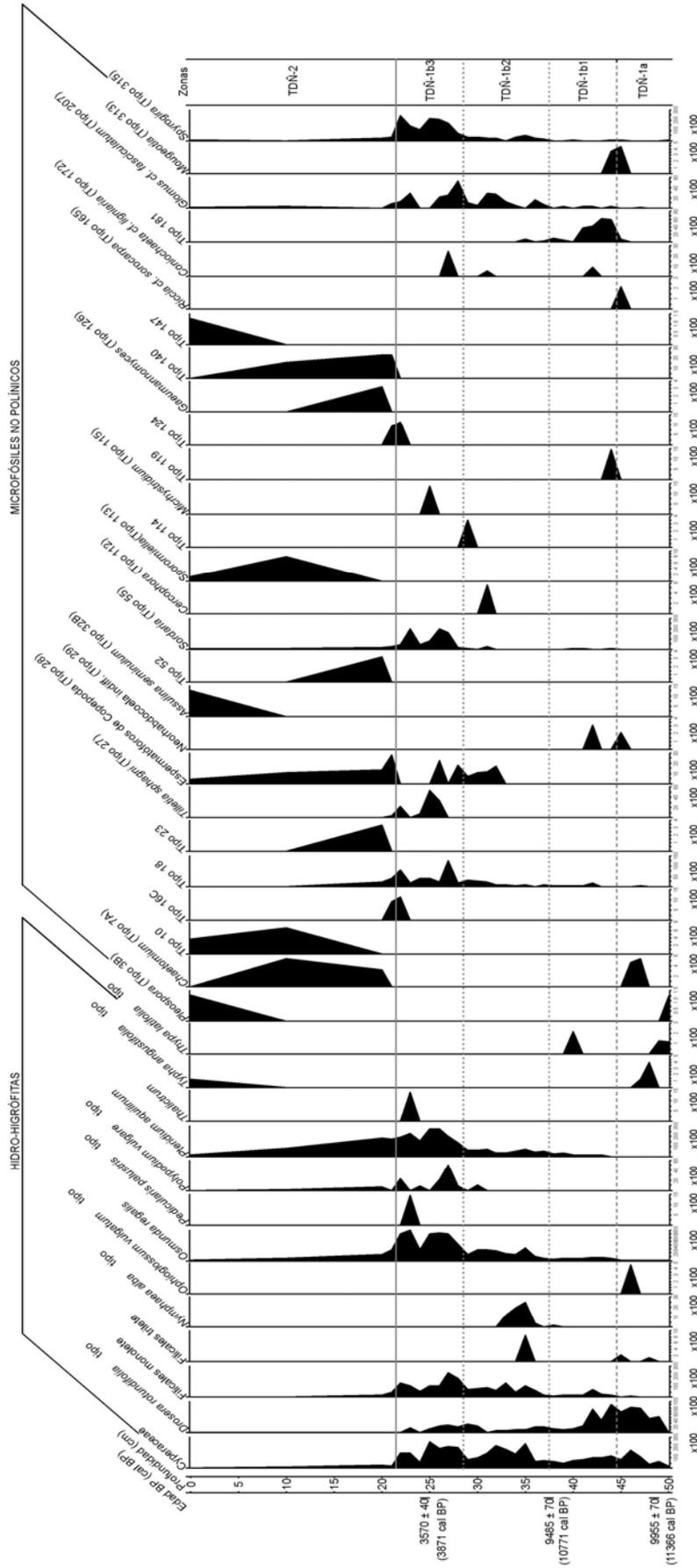


Figura 6.4c: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas u microfósiles no polínicos) de la turbera de Las Dueñas (TDÑ).

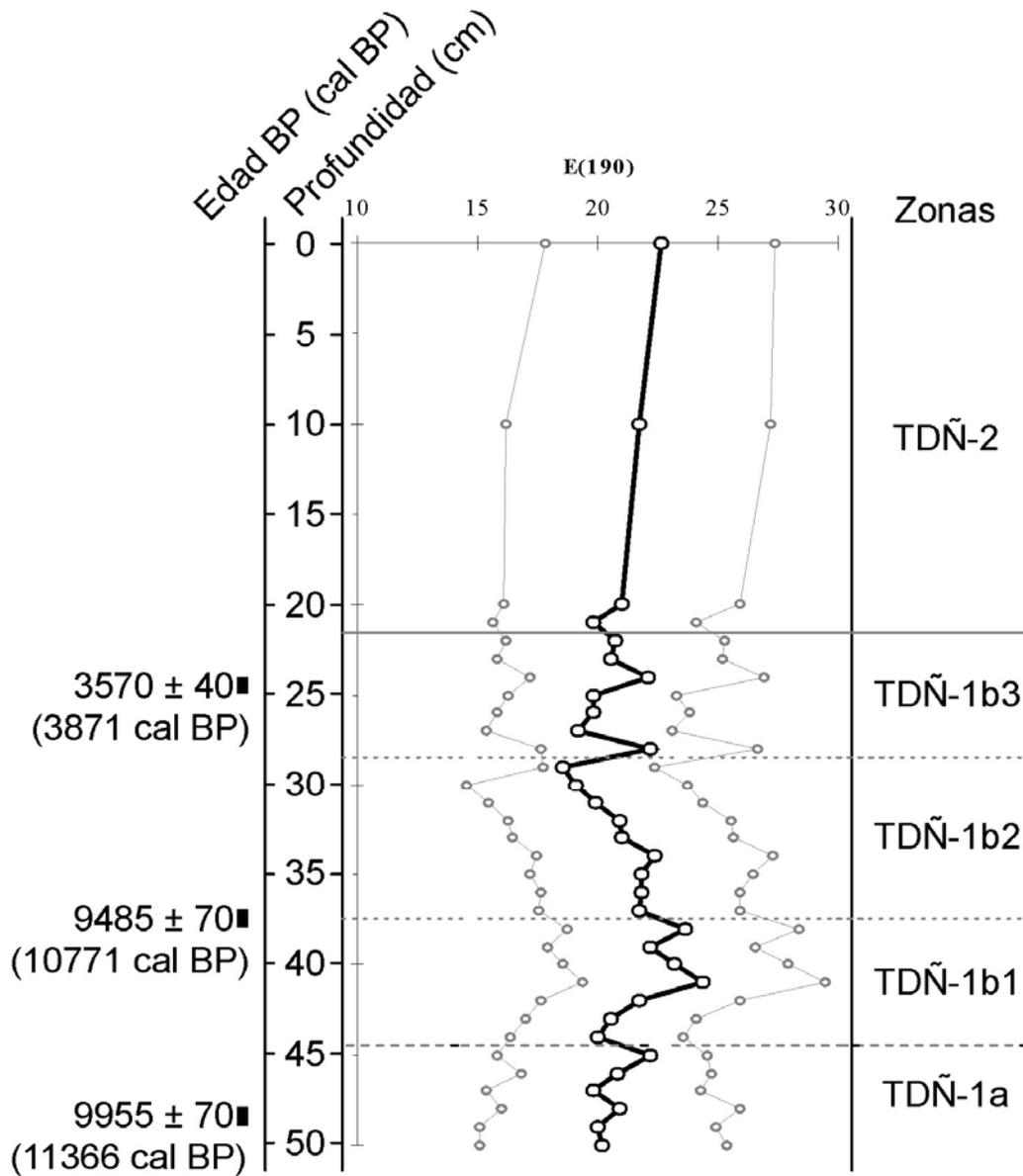


Figura 6.5: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en Las Dueñas cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.

polínicos *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113), *Chaetomium* (Tipo 7A), Tipo 10, Tipo 28, *Assulina seminulum* (Tipo 32B) y Tipo 140 son los más abundantes. La diversidad de tipos polínicos esperados también oscila, como en la zona anterior, entre 20-25.

6.1.5. Interpretación y discusión de la secuencia

En general, la secuencia polínica de Las Dueñas, en un área costera bajo la influencia de un clima atlántico, apunta la presencia de un paisaje más o menos abierto de carácter graminoide en las inmediaciones de la turbera, y por ello del mar; y bosques

planocaducifolios de roble y abedul acompañados de avellano como vegetación regional al comienzo del periodo climático Holoceno hará unos 11500 años cal BP (Fig. 6.6). La baja presencia de *Pinus sylvestris* tipo a comienzos del Holoceno, y de manera constante durante toda la secuencia estudiada, indicaría la presencia extra-regional de este palinomorfo en la Cordillera Cantábrica, ya que con la mejoría climática que se instauró progresivamente, tras el final del Pleistoceno (Tardiglaciario), se produjo una drástica reducción de los pinares en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Franco Múgica *et al.*, 2001; García Antón *et al.*, 2002; Rubiales *et al.*, 2008).

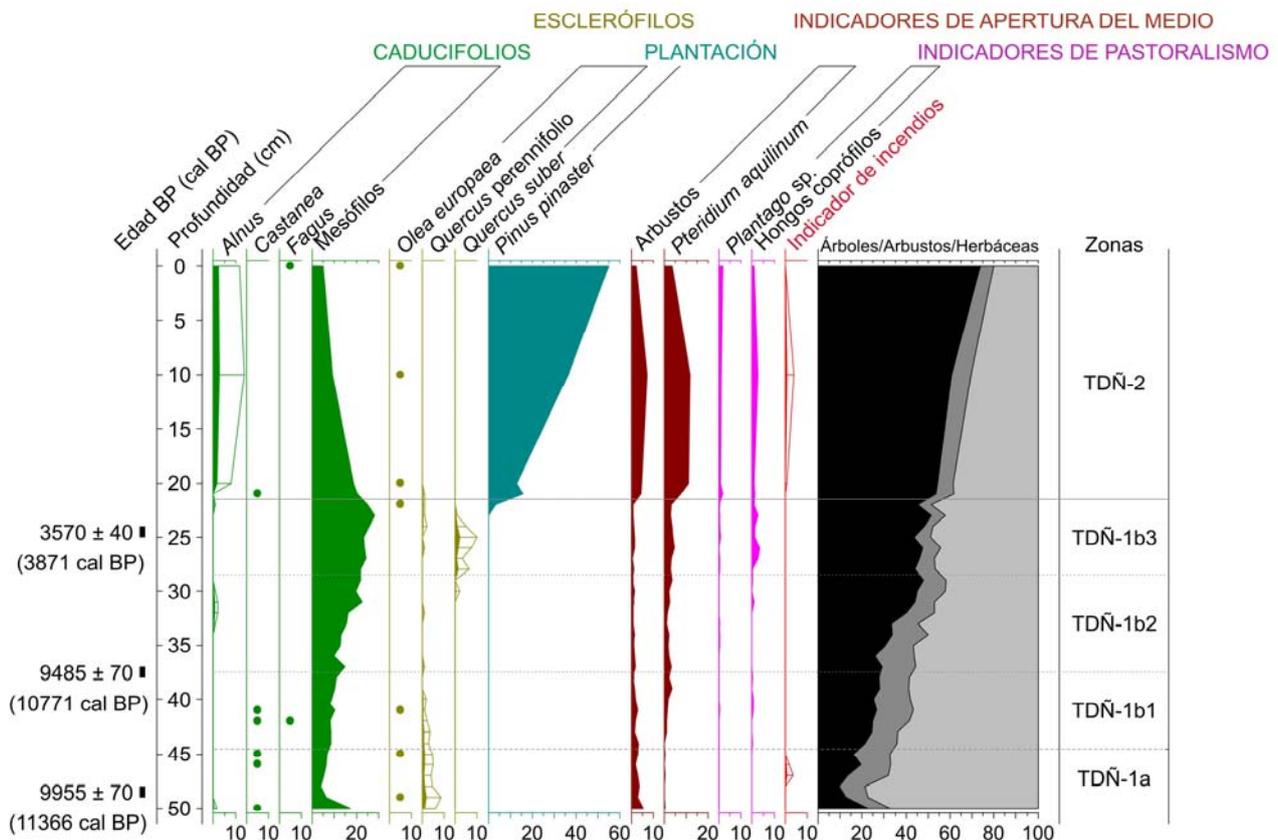


Figura 6.6: Diagrama polínico sintético de la turbera de Las Dueñas (TDÑ) (Mesófilos: *Betula* + *Carpinus* + *Corylus* + *Fraxinus* + *Quercus* caducifolio + *Salix* + *Tilia*. Hongos coprófilos: *Sordaria* + *Cercophora* + *Sporormiella*. Indicador de Incendios: *Chaetomium*).

Aunque la turbera tenga su comienzo en los inicios del Holoceno, como antes se comentó, parece que haya podido existir algún hiato sedimentario y cronológico en la secuencia paleoambiental de Las Dueñas, que podría afectar al Holoceno medio. Dado que no hay cambios bruscos en el diagrama polínico para esta cronología, ni tampoco en la sedimentología de la turbera, en el caso de que hubiera habido uno o varios hiatos serían difíciles de identificar. Estos hechos, en buena lógica, dificultan el estudio diacrónico detallado de la secuencia.

Los inicios del Holoceno se caracterizarían por la existencia de un paisaje abierto en las cercanías de la costa y por los bosques planocaducifolios de roble, abedul y, en menor medida, de avellano, en zonas más alejadas, de ahí los bajos porcentajes de polen arbóreo en la secuencia (Fig. 6.6). La aparición y el posterior desarrollo de estas formaciones arbóreas fue posible gracias a la progresiva mejoría climática que se produjo durante el Holoceno (Ramil Rego *et al.*, 1998b; Costa Tenorio *et al.*, 2001). Estas formaciones forestales fueron desarrollándose e incrementando su importancia en el paisaje, siguiendo la mejoría climática; mientras que las formaciones herbáceas y arbustivas disminuirían a la par.

Desafortunadamente, la secuencia polínica de Las Dueñas, aunque recoge los inicios del Holoceno, apenas parece recoger el Holoceno medio. Sedimentos costeros, datados entre 7000 y 4000 cal BP, fueron analizados paleobotánicamente en las cercanías de Villaviciosa (Asturias) (García Antón *et al.*, 2006; García-Amorena, 2007; García-Amorena *et al.*, 2008), y aunque en estas secuencias no se recogen los inicios del

Holoceno, es importante reseñar que estos estudios demostraron que los territorios litorales y prelitorales tuvieron un papel muy importante como senderos de transición en la migración altitudinal y latitudinal de la vegetación.

En el diagrama polínico de Las Dueñas varios son los taxa arbustivos que aparecen en la primera mitad del diagrama, tales como *Calluna vulgaris*, *Erica* tipo, Fabaceae, *Juniperus* tipo, *Prunus* tipo y *Sambucus nigra* tipo, al igual que aparecen también numerosos taxa herbáceos destacando Cardueae, Liliaceae, Poaceae y *Urtica dioica* tipo. En esta primera mitad, en el seno de la turbera cobran importancia los elementos hidro-higrófitos como Cyperaceae, *Drosera rotundifolia* tipo, Filicales monoete, *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*, indicando condiciones húmedas típicas de un clima atlántico, característico de los inicios del Holoceno en el área de estudio y en general en el centro-norte peninsular (Salas, 1992).

En la segunda mitad de la secuencia se hace patente un cambio en la composición de la vegetación, ya que *Pinus pinaster*, plantado en las inmediaciones de la turbera y con numerosos pies incluso en su seno (Foto 6.4, Fig. 6.6), va adquiriendo porcentajes cada vez más importantes en detrimento del abedul, el avellano, el roble y el sauce. Las ericáceas (*Erica* tipo, *Calluna vulgaris*) y los tojos (*Cytisus/Ulex* tipo) ahora son los arbustos que adquieren mayor importancia, indicando una matorralización del medio, mientras que los arbustos acompañantes del bosque de robles, tales como los prunos (*Prunus* tipo) y los saúcos (*Sambucus nigra* tipo) desaparecen. El elenco de taxa herbáceos que aparecía en la primera mitad del diagrama se ve mermado y, aunque los

tipos más importantes siguen siendo los mismos, cobran mayor importancia ciertos antrópicos caso de los tres tipos de *Plantago* y *Polygonum bistorta* tipo. Las plantas hidro-higrófitas mantienen porcentajes similares, pero sólo son importantes *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*; mientras que los microfósiles no polínicos adquieren mayor importancia, sobre todo los hongos coprófilos relacionados con actividades de pastoralismo, caso de *Sordaria* y *Sporormiella*, y un hongo carbonícola indicador de incendios (*Chaetomium*) (López Sáez *et al.*, 1998, 2000).

La escasa resolución cronológica para el tercio superior de la secuencia impide detallar con precisión la fecha de cultivo de *Pinus pinaster* en el área de

estudio, aunque lo más factible es que éste empezara a cultivarse en Época Romana o posterior. Con toda probabilidad, debe relacionarse con dicho cultivo la identificación, únicamente en TDÑ-2, de *Chaetomium* (Tipo 7A), microfósil no polínico correspondiente a ascósporas fúngicas de ecología carbonícola que, a nivel paleoecológico, son unos perfectos indicadores de incendios (van Geel, 1978; López Sáez *et al.*, 1998, 2000). En paralelo a la aparición del pino y de las ascósporas mencionadas, también se documentan en la zona TDÑ-2 toda una serie de palinomorfos antrópicos asociados caso de *Plantago coronopus* tipo, *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo y *Polygonum bistorta* tipo, que reflejarían la antropización del entorno a causa de las actividades humanas; y especialmente la aparición de



Foto 6.4: Detalle de los pies de *Pinus pinaster* que crecen en el seno de la turbera de Las Dueñas.

ciertas taxa propios de etapas degradativas del bosque, como son el tojal y el brezal fundamentalmente. Aunque no sea del todo manifiesto en el diagrama de porcentajes, el cultivo del pino y el impacto humano sobre el paisaje debido a actividades ganaderas provocaron el declive de algunas especies arbóreas, hecho que sí que queda reflejado en el diagrama de concentraciones (Fig. 6.4a). Tal es el caso del abedul (*Betula*), el avellano (*Corylus*), el roble (*Quercus caducifolia*) y el sauce (*Salix*), ya que todos ellos disminuyen significativamente sus concentraciones polínicas en TDÑ-2.

Sobre las formaciones esclerófilas

Aunque la franja atlántica de la Península Ibérica esté sumida en el mundo Eurosiberiano, donde las formaciones forestales dominantes en la actualidad son bosques planocaducifolios, existen zonas refugio de formaciones esclerófilas o perennes que, aunque cuentan con reducidas dimensiones, tienen mucha importancia paleobiogeográfica al considerarse que poseen un carácter relictivo (Costa Tenorio *et al.*, 2001). En la turbera de Las Dueñas, desde la base del testigo hasta el techo de la secuencia, se detecta la presencia continua de morfotipos polínicos de ciertas especies mayoritariamente mediterráneas como la encina (*Quercus perennifolia*) -relativamente abundante-, y en menor medida el acebuche (*Olea europaea*). A nivel paleoecológico, lo más probable es que el encinar -enriquecido con acebuche- ocupara los acantilados costeros cercanos a la turbera, donde los suelos serían más raquíuticos (Ramil Rego *et al.*, 1998b; Costa Tenorio *et al.*, 2001). Tales datos permitirían aducir, cerca de la zona de estudio, la posible presencia de refugios de flora termófila desde los inicios del Holoceno;

aunque los bajos porcentajes de encina y acebuche supondrían una escasa extensión de tales formaciones forestales, posiblemente acantonadas en los acantilados costeros del área. Durante el Holoceno final, estos encinares costeros han ido perdiendo importancia, como muestra su desaparición en TDÑ-2 (Fig. 6.6).

Además de la aparición de polen de encina, se ha detectado polen de alcornoque (*Quercus suber*) en el diagrama, aunque únicamente al final de la zona TDÑ-1, lo que indicaría un desarrollo muy concreto en el tiempo. Actualmente, el alcornoque es una especie catalogada como de interés especial en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias (B.O.P.A., 1995). Entra en la composición florística de diversas formaciones planocaducifolias, especialmente de robledales en Galicia, Asturias y norte de Portugal, en áreas con clima mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica y temperatura moderada, lo que permite sostener una antigua área de distribución mayor del alcornocal en el pasado en dichas zonas silíceas de la Península Ibérica (Carrión *et al.*, 2000c; Costa Tenorio *et al.*, 2001). En Asturias, las poblaciones conocidas, auténticos reductos del pasado, se sitúan en las cuencas media y alta del Navia, en altitudes inferiores a 500 m, formando parte de los robledales de la zona (Díaz González y Vázquez, 2004). En el caso de la secuencia de Las Dueñas, al final de TDÑ-1, es probable que existieran este tipo de formaciones, alcornocales, de manera regional, en un momento climático especialmente húmedo tal y como se confirma por el aumento porcentual de *Spirogyra* (Tipo 315) y el inicio de la curva de *Polypodium vulgare* tipo (López Sáez *et al.*, 1998). La existencia de una datación

radiocarbónica cercana a la aparición de *Quercus suber* (3871 cal BP; 3570 ± 40 BP), permitiría situar el inicio del desarrollo temporal del alcornocal en el entorno de la turbera de Las Dueñas anterior al 4000 cal BP.

Sobre la presencia del castaño

De la misma manera que la encina, el castaño (*Castanea*) aparece también en la zona TDÑ-1, desde la base del perfil y posteriormente (Fig. 6.6). Se trata de un taxón de dispersión entomófila y baja producción polínica, dando lugar a que sus porcentajes sean menores que los de otras especies que son anemófilas (Huntley & Birks, 1983). Durante las décadas pasadas, para el tramo final del Cuaternario de la Península Ibérica, generalmente se ha admitido el carácter alóctono del castaño, de reciente introducción a partir de Época Romana fruto de su cultivo (Conedera *et al.*, 2004). Sin embargo, los análisis polínicos emprendidos en territorio peninsular han puesto en evidencia su carácter relicto desde el Terciario sobreviviendo en zonas refugio, sobre todo de la zona cantábrica (Krebs *et al.*, 2004) y especialmente durante los máximos glaciares (García Antón *et al.*, 1990; Costa Tenorio *et al.*, 2001). Por lo tanto, las apariciones ocasionales de *Castanea*, sobre todo en las épocas más antiguas del registro, estarían indicando una presencia autóctona de este género, que formaría parte, como en la actualidad, de los bosques planocaducifolios.

Sobre la expansión del aliso

A diferencia de otros taxa arbóreos, el aliso (*Alnus*) aparece sólo puntualmente en TDÑ-1 no siendo hasta TDÑ-2 cuando su presencia se hace continua aumentando de

una manera muy importante sus porcentajes y su concentración (Figs. 6.4a y 6.6), posiblemente como respuesta a una mayor disponibilidad de agua dulce en áreas cercanas a la costa debido a cambios geomorfológicos o climáticos al final del Holoceno (Mary *et al.*, 1975; García Antón *et al.*, 2006). En el caso de Las Dueñas, este hecho debería encuadrarse en los últimos 3000 años. Es probable que esta mayor disponibilidad hídrica respondiera a condiciones paleoclimáticas más húmedas, como son las que delimitan el denominado evento 2800 cal BP, un periodo especialmente húmedo caracterizado por una repentina y aguda elevación del contenido en ¹⁴C atmosférico entre *ca.* 2750-2450 cal BP, el cual implicó el trasvase desde unas condiciones climáticas cálidas y continentales a otras más oceánicas (van Geel *et al.*, 2000). Como consecuencia de este evento el nivel freático se elevó considerablemente, lo que podría haber supuesto el progreso de la aliseda del área de Las Dueñas. Ante la falta de resolución cronológica precisa para estos hechos, sólo podemos señalar aquí las posibilidades más evidentes.

Sobre la presencia del haya

Finalmente, debe hacerse mención a la identificación de polen de haya (*Fagus*), de manera puntual a los 42 cm, y al final del diagrama en TDÑ-2 (Fig. 6.6). Es probable, como se ha documentado en el Pirineo, la Cordillera Cantábrica y en el Sistema Ibérico (Galop, 1998; Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008), que la proliferación del haya durante el Holoceno final, desde poblaciones autóctonas peninsulares, venga mediada por la apertura del bosque y los eventos antrópicos relacionados. En este sentido, las evidencias

de incendio antes citadas, así como el amplio abanico de indicadores de actividades locales de pastoreo que se detectan en estos momentos, habrían favorecido de alguna manera el progreso del haya en periodos subrecientes. Respecto a los indicadores de actividades ganaderas, a la vez que aumentan los porcentajes de haya cabe señalarse la proliferación de microfósiles no polínicos de ecología coprófila caso de *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113) (van Geel, 2006). El primero de éstos aparece desde el final de la zona TDÑ-1, indicando el inicio en las proximidades de la turbera de actividades pastorales; algo que se acentúa ya en TDÑ-2 al aparecer también *Sporormiella*. Estas actividades locales de pastoralismo también podrían haber sido la causa de la disminución de algunas especies arbóreas caducifolias en TDÑ-2, tal y como antes se comentó. Precisamente, en estos mismos momentos, el aumento de los porcentajes de *Pteridium aquilinum* sería el mejor testimonio que daría cuenta de la apertura de las formaciones arbóreas ante el impacto antrópico junto con la disminución de la concentración polínica, con la consiguiente proliferación del haya e incluso de *Frangula alnus* al haberse modificado la vegetación existente (Costa Tenorio *et al.*, 1990). No obstante, cabe señalarse que tal desarrollo del haya no debería entenderse como una expansión local del taxón, sino en todo caso regional o extra-regional en localidades con elevaciones mayores.

6.1.6. Conclusiones

- La turbera litoral de Las Dueñas se formó en los inicios del Holoceno, gracias a la mejora climática.
- Las formaciones esclerófilas de carácter mediterráneo, caso del encinar y el alcornocal, debieron de ser más importantes en el pasado que en la actualidad.
- El castaño y el haya, aunque con presencias esporádicas, se detectan desde los inicios de la secuencia. Este hecho pone de manifiesto la existencia de refugios para estos taxa.
- El aliso cobró importancia en la configuración del paisaje cercano a Las Dueñas durante el Holoceno final, pudiendo estar relacionado este hecho con el evento 2800 cal BP, de características muy húmedas.
- La antropización en esta zona costera se pone de manifiesto desde Época Romana hasta la actualidad mediante el cultivo de *Pinus pinaster*, la matorralización, y la aparición de indicadores de pastoralismo e incendios.

6.2. Turbera prelitoral de Monte Areo

6.2.1. Introducción

La zona cantábrica de la Península Ibérica ha sido considerada como un área marginal para la llegada de la agricultura debido a que su localización es una de las más extremas del occidente europeo (Arias, 1999). El proceso de neolitización de esta zona está todavía pobremente documentado debido, por un lado, a la limitada disponibilidad de depósitos de cronología neolítica en la costa norte peninsular y, por otro lado, a la escasez de dataciones radiocarbónicas para este periodo (Peña-Chocarro *et al.*, 2005a). Diversas investigaciones han permitido situar cronológicamente el origen y difusión de la primera agricultura en la zona más oriental, País Vasco y Cantabria (Peña-Chocarro *et al.*, 2005a, 2005b; Zapata *et al.*, 2005), y en la más occidental, Galicia (Ramil Rego, 1993; Ramil Rego & Aira Rodríguez, 1993a, 1993b), dentro del V milenio cal BC. Pero en el sector central, el que corresponde a la provincia de Asturias, la evidencia más antigua de agricultura, documentada hasta el momento, tan sólo data del III milenio cal BC (*ca.* 5000 cal BP), y se atribuye a comunidades calcolíticas (López-Saéz *et al.*, 2006b). Por otro lado, la historia de la vegetación del noroeste de la Península Ibérica está relativamente bien documentada (p.e. Peñalba, 1994; Allen *et al.*, 1996; Peñalba *et al.*, 1997; Ramil Rego *et al.*, 1998a), gracias a estudios realizados sobre secuencias turbosas o lacustres. Aun así, como se ha comentado para la turbera de Las Dueñas, la mayoría de los estudios bien datados están localizados en zonas montañosas, y, por regla general, sus datos han sido extrapolados frecuentemente a los ambientes litorales y prelitorales.

En Asturias, los estudios polínicos de registros largos y bien datados también proceden mayoritariamente de las montañas cantábricas (p.e. Menéndez Amor, 1975; Allen *et al.*, 1996; García-Rovés Fernández *et al.*, 2001, Ruiz Zapata *et al.*, 2001a, 2001b; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), siendo muy pocos los que se han centrado en las zonas litorales y prelitorales (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Menéndez Amor & Florschtütz, 1961; Mary *et al.*, 1973; García Antón *et al.*, 2006; López-Merino *et al.* 2006), como se dijo anteriormente.

Además de estos estudios sobre depósitos naturales, tal como puede verse en el capítulo de antecedentes, también se han estudiado yacimientos arqueológicos, estando en zonas prelitorales algunos como La Campa Torres (Burjachs, 2001), Las Termas de Campo Valdés (Mariscal, 1996), y El Castillo de Curiel (Burjachs, 2003). En su conjunto, estos datos ofrecen poca información acerca de la adopción de la agricultura, ya que estos yacimientos no son de época neolítica (prerromano, romano y de la Edad Media, respectivamente) y sólo cubren un corto periodo temporal. Excepto en los megalitos de Monte Areo (Gómez Orellana *et al.*, 2000), que son los únicos de época neolítica, fechados en torno a 5000 BP, en el resto de los yacimientos, de épocas más recientes, la antropización del medio se hace muy notable en los alrededores de los asentamientos estudiados, algo normal en las cercanías de los lugares donde el ser humano desarrollaba su vida y quehacer diario.

Sobre la Sierra del Monte Areo existe un destacable conjunto megalítico formado por numerosos túmulos y dólmenes (Blas Cortina, 1999). El excelente estado de conservación de estas construcciones megalíticas, así como la importancia del

conjunto, hacen que resulte ideal para estudiar el modo de vida, y el impacto de la misma, de las comunidades de la Prehistoria reciente de Asturias.

La zona del Monte Areo muestra una intensa transformación del paisaje primitivo y una vegetación de carácter antrópico, característica común a las comarcas litorales del piso colino de la Cornisa Cantábrica, ya que han sido las más intensamente ocupadas y utilizadas por su interés agrícola y ganadero por el ser humano, debido a la bondad de su clima y sus características edáficas (Díaz González & Fernández Prieto, 1994; Costa Tenorio *et al.*, 2001). La eliminación de la vegetación forestal primigenia, la creación de amplias superficies de matorrales atlánticos de tojal-brezal mediante la reiterada práctica de incendios, y la plantación de especies arbóreas alóctonas de crecimiento rápido tales como pinos y eucaliptos (Torre Fernández, 2003), son rasgos comunes al paisaje litoral y prelitoral asturiano. La vegetación de la zona del Monte Areo se presenta en la actualidad bastante alterada respecto a lo que debió ser antes de experimentar diversas perturbaciones antrópicas. Turberas, alisedas sobre terrenos pantanosos, y carbayedas oligótrofas, debieron constituir el paisaje primitivo. Hoy día apenas quedan restos muy alterados de la vegetación primigenia, pues tan sólo algunas zonas de aliseda y turbera mantienen, en general, un buen grado de conservación.

El hecho de que el ser humano haya modificado los ecosistemas desde el pasado, puede impedir el conocimiento de las condiciones paleológicas holocenas, ya que no es fácil diferenciar los fenómenos o procesos que son debidos al ser humano o a causas naturales. En los cambios en la

vegetación cuaternaria es importante el papel de las presiones climáticas, pero también el de la presión antrópica desde mediados del Holoceno (Behre, 1988, Huntley, 1988, Costa Tenorio *et al.*, 1990, 2001, García Antón *et al.*, 2002). No obstante, el impacto humano sobre el paisaje es un elemento fundamental que, introducido en la interpretación del registro polínico, permite el conocimiento de los usos del suelo y la gestión del territorio desde las sociedades prehistóricas hasta la actualidad.

Este estudio se centra en una turbera localizada en la zona prelitoral central asturiana. Ésta, Monte Areo (Foto 6.5), posee un registro que cubre el Holoceno completo, y está emplazada en las cercanías de un entorno megalítico. Estas características hacen que este registro ofrezca la oportunidad de estudiar tanto los cambios paleoambientales como las actividades humanas en un periodo mal conocido en Asturias, el Neolítico; investigando sobre el origen de la agricultura en la costa norte peninsular.

6.2.2. Área de estudio

La turbera de Monte Areo está situada en el humedal de la Cañada del Reguerón, en la zona prelitoral central de Asturias, dentro del Concejo de Carreño (coordenadas: 43° 31' 44.34" N, 5° 46' 8.73" O) y cercana a Gijón (Fig. 6.7 y Foto 6.6). La turbera de Monte Areo se sitúa en el piso colino, a unos 200 m de altitud, bajo la influencia de un ombroclima húmedo.

El sustrato geológico está constituido por cuarcitas de Barrios masivas, formadas en el Ordovícico Inferior, con intercalaciones de pizarras verdosas y



Foto 6.5: Vista de la turbera de Monte Areo, donde pueden verse las plantaciones de eucaliptos al fondo, e incluso sobre la misma turbera.

pardas pertenecientes a la formación Oville, de Cámbrico Superior (Instituto Geológico y Minero de España, 1973). Los suelos predominantes en la zona son de dos tipos (Guerra Delgado *et al.*, 1968; Guitián Ojea *et al.*, 1985): *ránker* distrófico, poco potente en zonas con roca madre aflorante y vegetación dominante de tojal-brezal; y tierra parda podsolizada con vegetación potencial de bosque, actualmente ocupados por plantaciones forestales o praderas.

Desde el punto de vista topográfico, la zona de la Cañada del Reguerón se caracteriza por ser una cubeta sin drenaje que recibe aporte de agua desde los terrenos circundantes, lo cual favorece el encharcamiento, la formación de suelos hidromorfos, y la instalación de

comunidades vegetales propias de los mismos. En las zonas encharcadas, y en las proximidades de áreas turbosas, los tipos de suelo predominantes son de tipo *gley* y los tipos de transición con turberas, como los *anmoor* de turba, todos ellos hidromorfos y con elevado contenido en materia orgánica.

La vegetación actual de la zona se puede diferenciar en algunas unidades. Las potenciales carbayedas oligótrofas descritas por los fitosociólogos (Rivas-Martínez, 1987) no existen como tales, y tan sólo se mantienen algunos robles (*Quercus robur*) dispersos, castaños (*Castanea sativa*), abedules (*Betula alba*), arraclanes (*Frangula alnus*), avellanos (*Corylus avellana*) o pies de perales silvestres (*Pyrus cordata*) igualmente dispersos. Estos terrenos

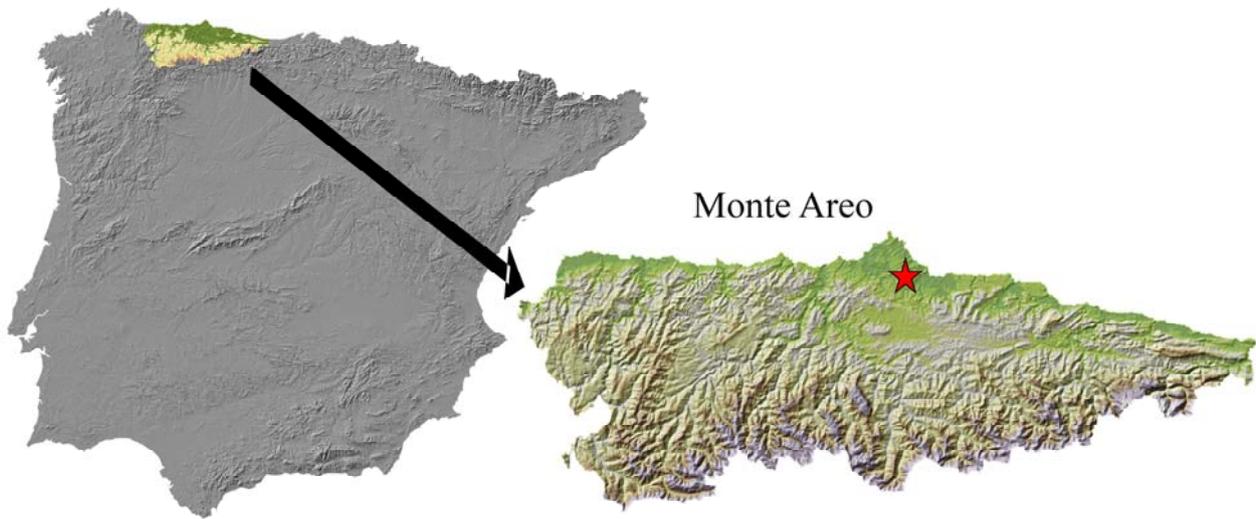


Figura 6.7: Localización de la turbera de Monte Areo.



Foto 6.6: Vista aérea de la turbera de Monte Areo, donde se indica la zona del muestreo.

están ocupados en la actualidad, en su mayoría, por cultivos de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) y terrenos matorralizados. Estos matorrales de tojalbrezal se desarrollan sobre sustratos silíceos, y están formados por tojo (*Ulex europaeus*), acompañado de distintas especies de ericáceas (*Erica ciliaris*, *E. mackaiana*, *Calluna vulgaris*), así como de *Lithodora prostrata* y *Pteridium aquilinum*. Debido a la degradación de los bosques, también aparecen praderas de siega de comunidades herbáceas que se mantienen antrópicamente. En esta zona las especies más abundantes son *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Rumex acetosa*, *Festuca rubra* y *Plantago lanceolata*.

La aliseda (*Alnus glutinosa*) sobre terrenos pantanosos (Foto 6.7) se encuentra

muy bien desarrollada en la zona, ya que existen los ambientes encharcados que necesita (Díaz González & Vázquez, 2004). Esta formación se caracteriza por el dominio en su sotobosque de densas macollas de *Carex paniculata* ssp. *lusitanica*, y de diversos helechos como *Osmunda regalis* y *Athyrium filix-femina*. Zarzas (*Rubus* sp.), hiedra (*Hedera helix*), madreselva (*Lonicera* sp.) y laureles (*Laurus nobilis*), así como *Blechnum spicant*, abundan en las zonas más secas.

Las turberas en el Monte Areo son especialmente diversas en cuanto a su composición florística. Las más planas están dominadas por *Juncus bulbosus*, *Anagallis tenella*, *Scutellaria minor* y diversos cárices (*Carex* sp.); mientras que las turberas con abombamientos están constituidas por



Foto 6.7: Aliseda pantanosa en Monte Areo.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

especies de esfagnos (*Sphagnum* sp.), *Drosera rotundifolia*, *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, etc.

6.2.3. Material estudiado

El registro sedimentario de la turbera de Monte Areo se obtuvo mediante una sonda rusa, alcanzándose un testigo de 150 cm de potencia. Un total de 55 muestras, recogidas a intervalos de entre 2-3 cm, fueron procesadas en el laboratorio. Éstas mismas se sometieron al análisis de rarefacción.

Para esta turbera se han realizado un total de 16 dataciones radiocarbónicas, todas ellas directamente sobre la turba (Tabla 6.2). Se han usado 12 de ellas para elaborar el modelo de edad-profundidad más coherente, teniendo en cuenta para ello las características sedimentológicas del registro (Fig. 6.8) y rechazando las dataciones que se han considerado reversas.

6.2.4. Resultados

Las dataciones radiocarbónicas de la turbera de Monte Areo quedan recogidas en la Tabla 6.2, con sus respectivas calibraciones en cal BP y cal BC/AD. Gracias a las mismas se ha elaborado un modelo de edad-profundidad para el registro de los últimos 11500 años cal BP que, junto con las características sedimentológicas, puede verse en la Fig. 6.8.

En los diagramas polínicos de porcentajes y concentraciones (Figs. 6.9a-c y 6.10a-b, y en el gráfico de rarefacción (Fig. 6.11), se han diferenciado 8 zonas polínicas. La descripción de las mismas queda recogida a continuación:

ZONA TMA-1 (150-127.5 cm)

Esta zona polínica corresponde a una cronología de entre *ca.* 11500-10000 cal BP. El inicio del diagrama polínico está caracterizado por el dominio del polen

Referencia laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Método	Datación ¹⁴ C BP	Edad calibrada cal BP (2σ)	Punto de mayor probabilidad cal BP	Edad calibrada cal BC/AD (2σ)
Ua-23610	21.5-24	turba	AMS	235 ± 40	0*-429	274	1582-1952 cal AD
Ua-24522	31.5-34	turba	AMS	760 ± 40	656-761	696	1189-1294 cal AD
A-13500	38-43	turba	conv.	1175 ± 50	967-1255	1100	695-983 cal AD
Ua-23611	43-45.5	turba	AMS	1430 ± 40	1288-1391	1331	559-662 cal AD
Ua-24523	52.5-55	turba	AMS	2220 ± 40	2146-2336	2232	387-197 cal BC
Ua-23612	62.5-65	turba	AMS	4750 ± 50	5325-5589	5497	3640-3376 cal BC
Ua-24524	70-72.5	turba	AMS	5335 ± 50	5991-6276	6115	4327-4042 cal BC
Ua-34504	75-77.5	turba	AMS	5815 ± 50	6495-6736	6617	4787-4546 cal BC
Ua-32856	77.5-80	turba	AMS	6845 ± 45	7592-7785	7676	5836-5643 cal BC
A-13501	81-86	turba	conv.	5350 ± 160	5746-6445	6122	4496-3797 cal BC
Ua-23613	87-89.5	turba	AMS	6410 ± 55	7252-7429	7345	5480-5303 cal BC
Ua-24525	102.5-105	turba	AMS	3755 ± 45	3977-4247	4118	2298-2028 cal BC
Ua-24526	115-117.5	turba	AMS	7045 ± 60	7731-7976	7877	6027-5782 cal BC
Ua-23614	127.5-130	turba	AMS	8940 ± 70	9786-10234	10046	8285-7837 cal BC
Ua-23615	142.5-145	turba	AMS	9810 ± 75	10879-11595	11229	9646-8926 cal BC
A-13503	145-150	turba	conv.	8185 ± 180	8637-9516	9128	7567-6688 cal BC

Tabla 6.2: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera de Monte Areo. Se han realizado tanto en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia) como en Radiocarbon Laboratory (University of Arizona, Tucson, Estados Unidos).

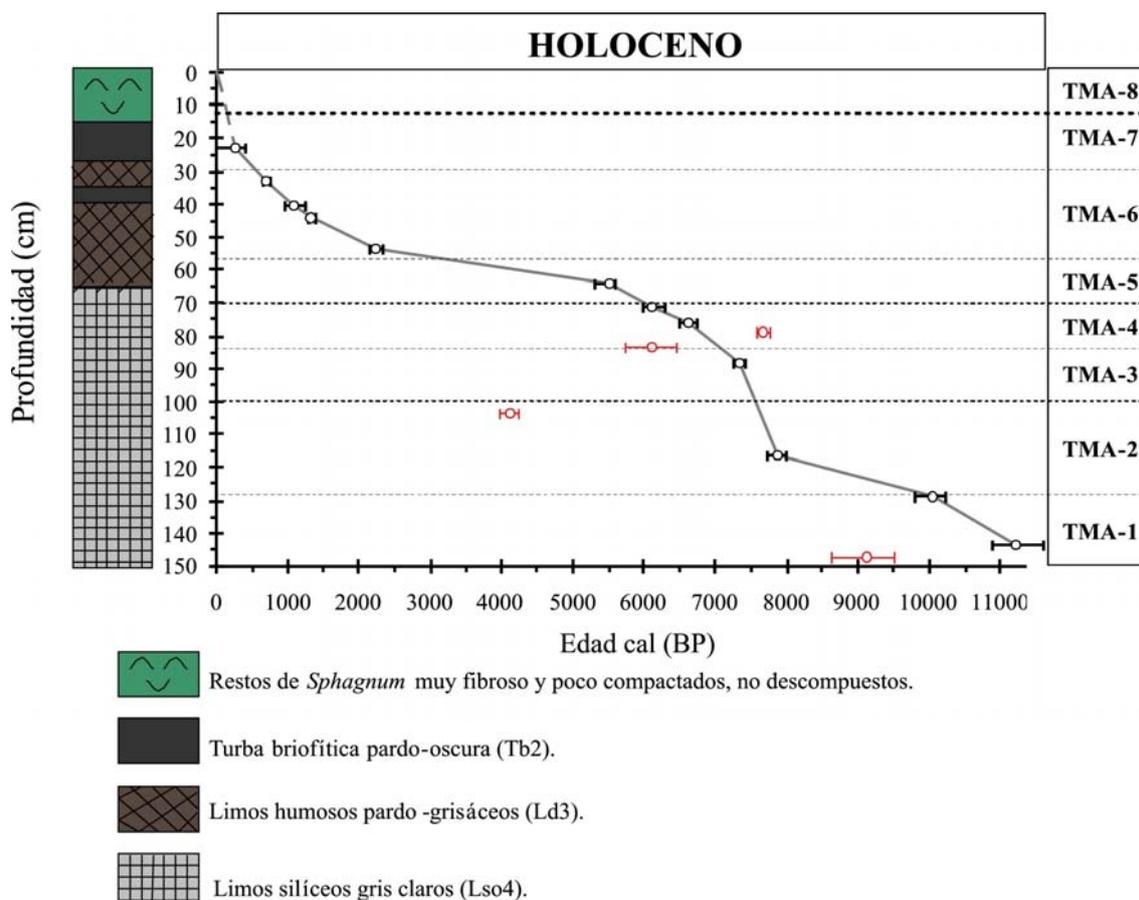


Figura 6.8: Modelo de edad-profundidad para la turbera de Monte Areo. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama discontinua es una extrapolación considerando el techo de la turbera a 0 cal BP. En color rojo están las dataciones que se han considerado reversas y que no se han usado para la elaboración del modelo de edad-profundidad.

arbóreo (59.8-77.9%), consistiendo principalmente en *Betula* (35.6-55.7%) y *Alnus* (<13.5%). También aparecen *Quercus* caducifolio (8.8-25.3%) y *Pinus sylvestris* tipo (<7.1%) como otros palinomorfos arbóreos, aunque menos importantes a nivel porcentual. *Erica* tipo (4.8-15.3%), en mayor medida, y *Calluna vulgaris* (<1.2%), conforman el estrato arbustivo, moderadamente importante en cuanto a porcentajes (5.1-16%). Entre las herbáceas destaca sobre todo Poaceae (8.4-32.7%); mientras que Cyperaceae (<14.3%) y Filicales monoete (1.8-12.5%) lo hacen entre las hidro-higrófitas. Los microfósiles

no polínicos más importantes son el Tipo 114 (<5.6%), el Tipo 225 (<2.2%) y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342) (<2.4%). En esta zona los valores de diversidad polínica son los más bajos de toda la secuencia, y están en torno a 10 tipos polínicos esperados.

ZONA TMA-2 (127.5-100 cm)

Esta zona abarca el periodo comprendido entre ca. 10000-7550 cal BP. Los aspectos más característicos se resumen en la existencia de un estrato arbóreo bien desarrollado (61.9-85%) y de un conjunto

6. Resultados e interpretación de las secuencias

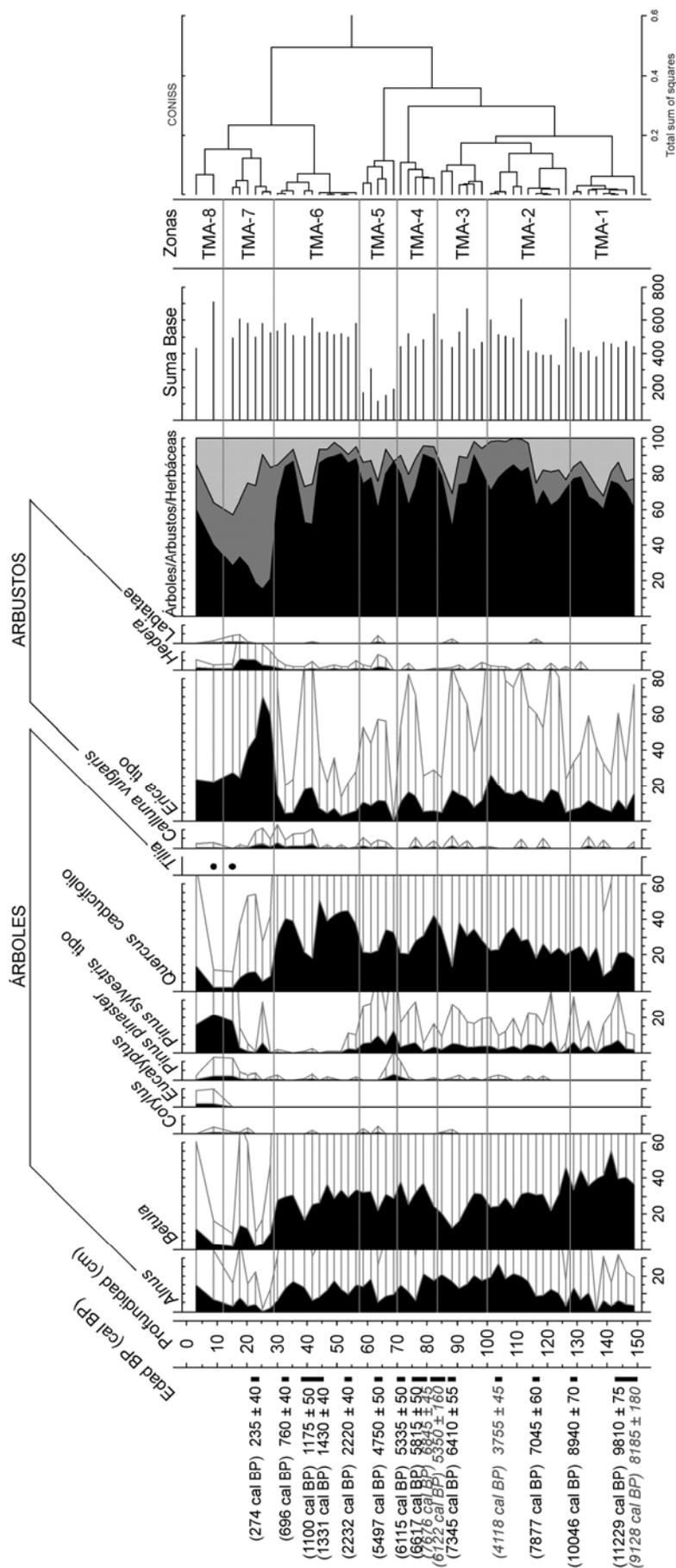


Figura 6.9a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la turbera de Monte Aro (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

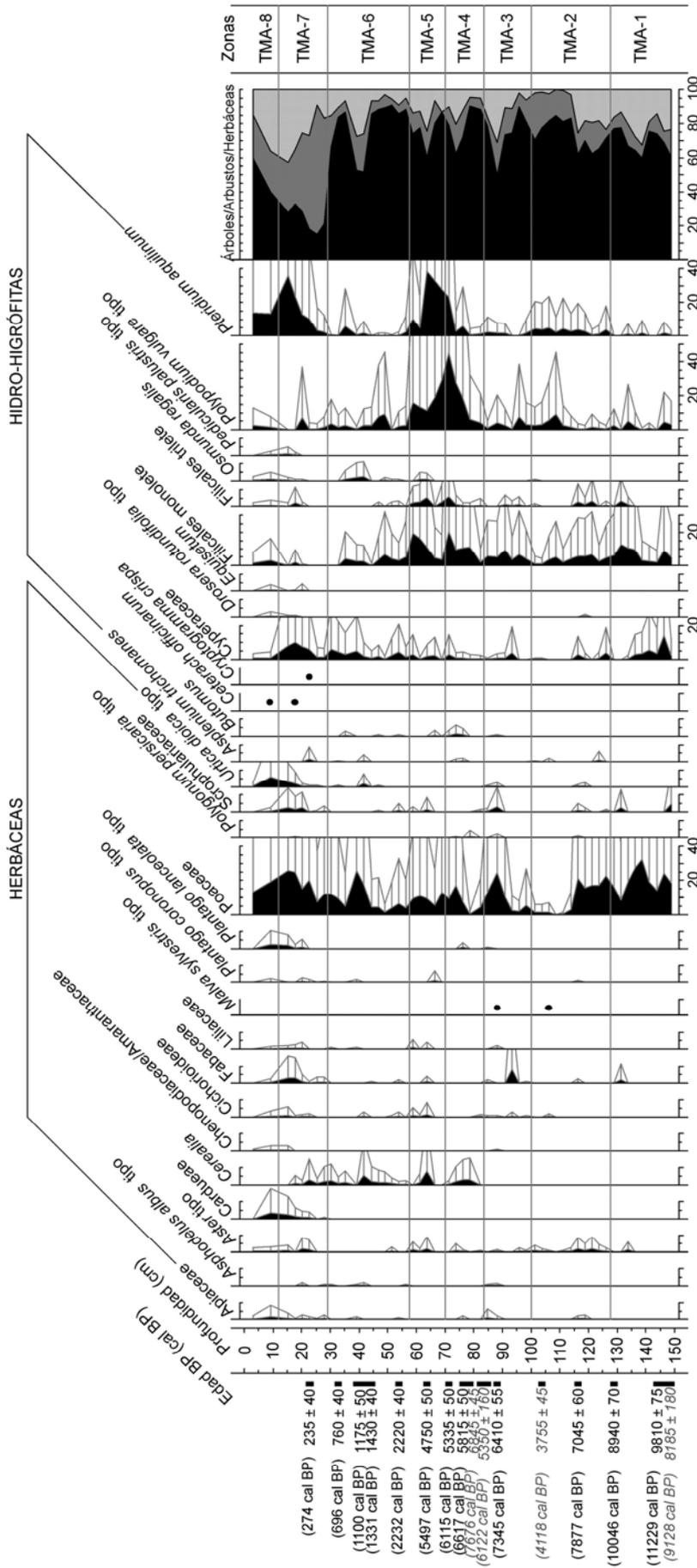


Figura 6.9b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas e hidro-higrófitas) de la turbera de Monte Areo (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

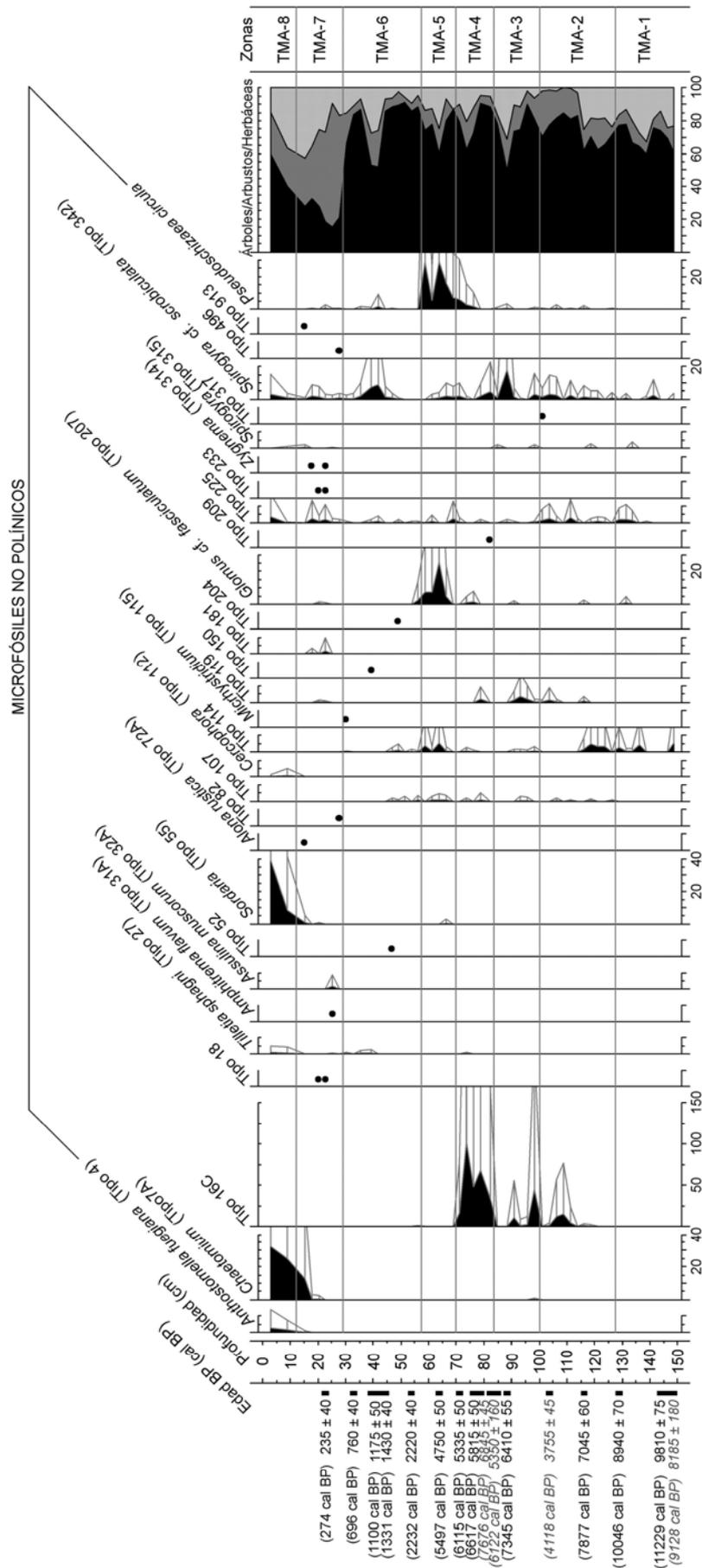


Figura 6.9c: Diagrama polínico de porcentajes (microfósiles no polínicos) de la turbera de Monte Aro (TMA). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

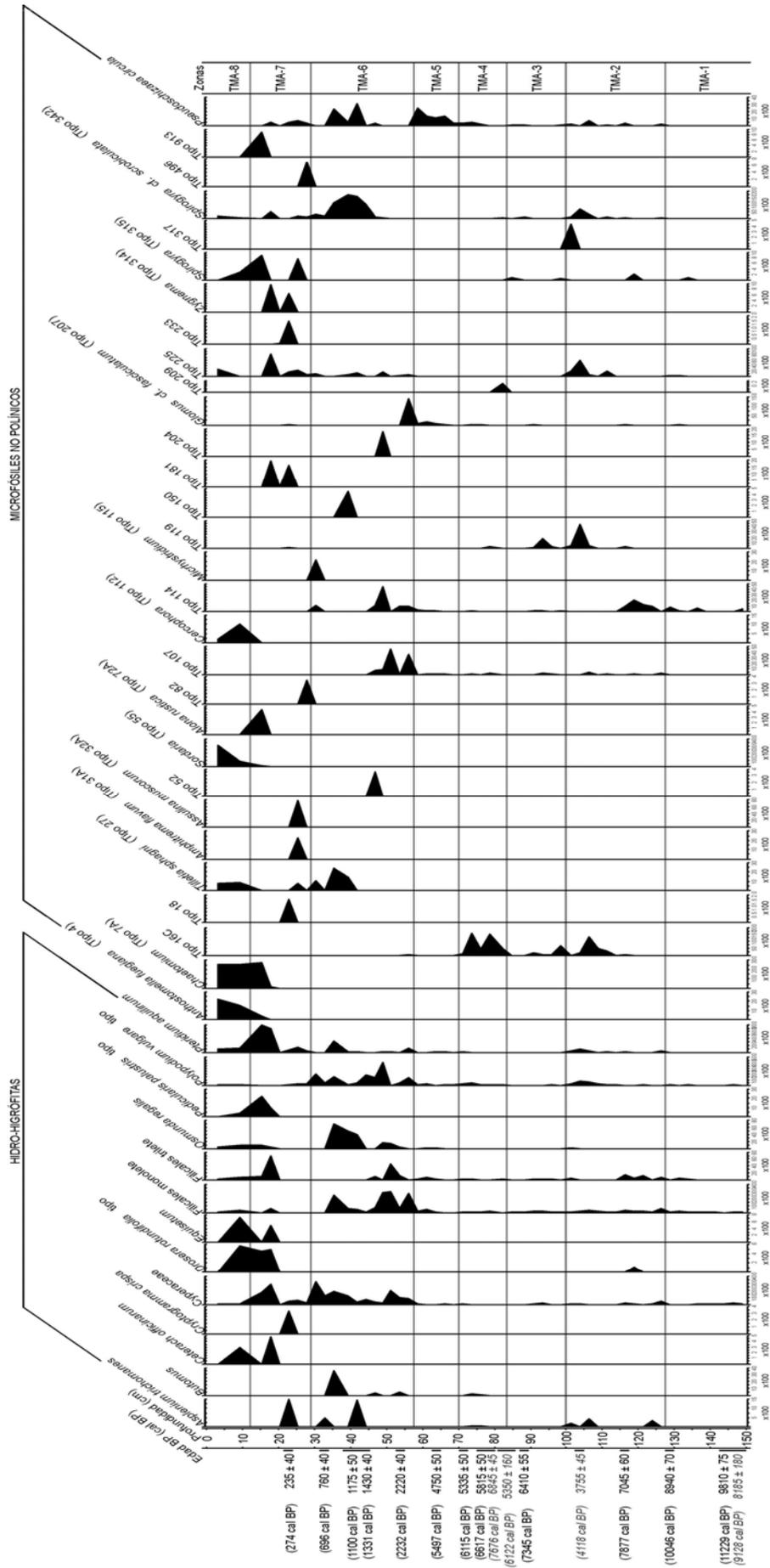


Figura 6.10b: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de la turbera de Monte Areo (TMA).

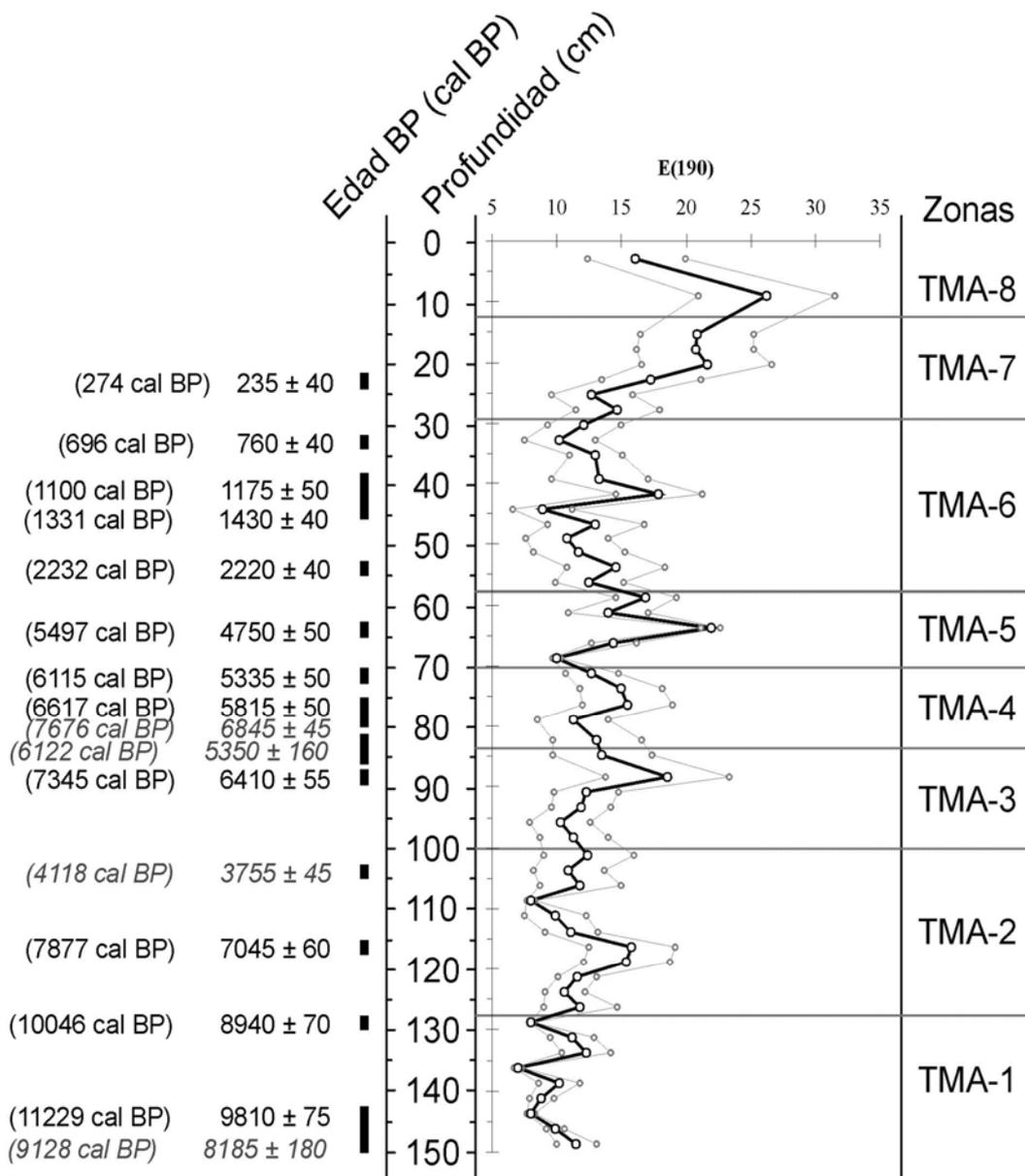


Figura 6.11: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en Monte Areo cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.

arbustivo constituido por *Erica* tipo y *Calluna vulgaris*, que aumenta sus porcentajes a lo largo de la zona (11.5-27.5%). El estrato herbáceo está compuesto principalmente por Poaceae y *Aster* tipo, y decrece drásticamente en la segunda mitad de esta zona, pasando de tener porcentajes de más del 20% a menos del 2%. El estrato arbóreo lo forman *Alnus* (en aumento, con porcentajes entre 8.7-27.1%), *Betula* (en retroceso, 31.5-21.9%) y *Quercus caducifolia* (en aumento, 18.1-36%) principalmente; y *Pinus sylvestris* tipo (1.8-7%) y pequeñas apariciones de *Pinus pinaster* de manera muy puntual con valores inferiores al 1%. Entre las hidro-higrófitas, Cyperaceae disminuye sus porcentajes (<2.7%), mientras que Filicales monoete, *Polypodium vulgare* tipo y *Pteridium aquilinum* continúan con porcentajes parecidos a los de la zona anterior. Entre los microfósiles no polínicos se documentan como mayoritarios el Tipo 114 (<4.9%), el Tipo 225 (<2.9%) y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342) (<2.9%), continuando con su aparición en la zona anterior; y el Tipo 16C (<15.2%) en la mitad superior de la zona. Los valores de diversidad polínica siguen siendo bajos en esta zona pero, entre 116-120 cm, hay un primer máximo local (12.04±3.4) que coincide con un descenso puntual de los porcentajes de varios taxa arbóreos como *Alnus* y *Quercus caducifolia*, y de *Erica* tipo entre los arbustivos.

ZONA TMA-3 (100-83.5 cm)

Esta zona corresponde al intervalo cronológico incluido entre ca. 7550 y 7000 cal BP. En ella dominan los taxa arbóreos, y aparece por primera vez en la secuencia *Corylus* al final de la zona, aunque con porcentajes bajos (<0.5%). A los ca. 88.25

cm de profundidad, el análisis polínico muestra la ocurrencia de un cambio en los espectros polínicos, pues disminuyen los porcentajes de polen arbóreo (del 90 al 49.7%), excepto los de *Pinus sylvestris* tipo. Este hecho es especialmente significativo en el caso de *Betula* y *Quercus caducifolia*. A la vez que se confirma esta disminución brusca del componente arbóreo, aumentan los porcentajes del arbustivo (del 7.9 al 19.3%), principalmente de *Erica* tipo (<17.2%) y, en menor medida, de *Calluna vulgaris* (<1.4%), *Hedera* (<0.2%) y Labiatae (<0.5%); así como aumentan las herbáceas (desde el 2.1 al 31%), sobre todo en el caso de Poaceae (<25.1%), pero existiendo también importantes máximos en este instante para diversos taxa antrópicos como *Asphodelus albus* tipo (<0.2%), *Aster* tipo (<0.2%), Chenopodiaceae/ Amaranthaceae (<0.2%), Liliaceae (<0.5%), *Malva sylvestris* tipo (<0.2%), *Polygonum persicaria* tipo (<0.5%), Scrophulariaceae (<3%) y *Urtica dioica* tipo (<0.5%). Con posterioridad a los 88.25 cm se recuperan las condiciones anteriores, con el aumento y recuperación de los porcentajes de polen arbóreo y la disminución de los de arbustivos y herbáceos. Las plantas hidro-higrófitas no sufren variaciones respecto a la zona anterior. *Spirogyra* cf. *scrobiculata* continúa con los bajos porcentajes que mostraba en las zonas anteriores, excepto al final, donde se incrementa su presencia de una manera considerable (18.2%); mientras que al Tipo 16C le sucede lo contrario ya que comienza con altos porcentajes (44.6%) y termina desapareciendo. Los valores de diversidad polínica son de 10-15 tipos polínicos, pero se localiza un segundo máximo local (18.6±4.8) coincidente con la bajada de los porcentajes arbóreos a los 88.25 cm y la aparición puntual de los taxa antrópicos señalados anteriormente.

ZONA TMA-4 (83.5-70 cm)

Esta zona se ubica aproximadamente entre *ca.* 7000-6000 cal BP. Como las anteriores, se caracteriza por el dominio del polen arbóreo (62.3-90.5%), destacando como tipos mayoritarios *Betula* (24.6-38.2%), *Quercus caducifolia* (20.5-42.7%) y *Alnus* (6.1-21.3%). Estos taxa tienen un nuevo retroceso a los 76.25 cm de profundidad, implicando un aumento paralelo de los porcentajes de polen arbustivo, en el cual es mayoritario *Erica* tipo (16.4%), así como de polen herbáceo. Entre estas herbáceas destacan Poaceae (17.2%) y el comienzo de la curva de *Cerealia*. Es en esta zona, por lo tanto, cuando se documentan por primera vez en la secuencia pólenes de cereal, los cuales llegan a superar el 3%; amén de pequeños porcentajes de plantas antrópicas tales como *Plantago lanceolata* tipo (<0.7%) y *Aster* tipo (<2%). Las representaciones porcentuales de Filicales monoete (2-20.1%), Filicales trilete (0.9-5.7%), *Polypodium vulgare* tipo (4.2-44.8%) y *Pteridium aquilinum* (1.1-23.3%), aumentan paulatinamente. El Tipo 16C incrementa notablemente sus porcentajes llegando al 102.1% respecto a la suma base polínica; mientras que *Pseudoschizaea circula* empieza a aparecer a mediados de la zona. Los valores de diversidad polínica también se encuentran entre 10-15 tipos polínicos, pero existe un tercer máximo local (15.5±3.5) coincidente con la aparición de la curva de *Cerealia* y la mayor presencia de plantas ruderales a los 76.25 cm.

ZONA TMA-5 (70-57.5 cm)

Esta zona se enmarca cronológicamente entre *ca.* 6000-3400 cal BP. En ella aumentan notablemente las

clamidosporas de *Glomus cf. fasciculatum* (Tipo 207) (con un máximo de 25.4% a los 63.75 cm de profundidad), y las evidencias de *Pseudoschizaea circula* (con un máximo de 28.9% a la misma profundidad). Se sigue confirmando la presencia continua de polen de *Cerealia* (con un máximo de 7.9% también a los 63.75 cm, que es el máximo en todo el diagrama polínico), y aparecen taxa antrópicos como Cichorioideae y *Aster* tipo. Los porcentajes arbóreos se mantienen (60.5-88.3%), aunque con algunas oscilaciones relativamente notables, como una disminución repentina hacia los 63.75 cm, aunque terminan recuperándose al final de la zona. Los altos porcentajes de Filicales monoete, Filicales trilete, *Polypodium vulgare* tipo, y *Pteridium aquilinum*, con los que se llegaba al final de la zona anterior, descienden de manera muy importante al principio de ésta, aunque muestran una ligera recuperación al final de la misma, coincidiendo con el retroceso de los microfósiles no polínicos comentados anteriormente. Los valores de diversidad polínica siguen estando entre 10 y 15 tipos polínicos esperados, aunque se detecta un cuarto máximo local (21.9±0.8) a la profundidad de 63.75 cm.

ZONA TMA-6 (57.5-29 cm)

Esta zona, con unos límites cronológicos aproximados de *ca.* 3400-550 cal BP, posee unos espectros polínicos que siguen en la línea de la zona anterior, con el dominio de los porcentajes arbóreos (55-90%). Comienza con un aumento arbóreo en los primeros 10 cm respecto TMA-5, siendo *Quercus caducifolia* el taxón mayoritario (alcanza porcentajes de 40-50%), junto con *Betula* (25-35%) y *Alnus* (8-17%) en menor medida. En este primer tramo de la zona se confirma una reducción de los porcentajes

de *Erica* tipo (2.7-7.4%). Es interesante señalar la casi total desaparición de los porcentajes de los dos morfotipos de *Pinus* respecto a la zona anterior. En la mitad superior de esta zona, a partir de los 41.75 cm de profundidad, se produce una disminución importante de los porcentajes arbóreos (del 90 al 55%), sobre todo de *Quercus caducifolio* (que pasa de porcentajes del 50% a menos del 20%); un aumento muy significativo de los porcentajes de *Erica* tipo (pasan de cerca del 7 a más del 18%) y *Calluna vulgaris* (de 0.4 a 2.1%), entre las arbustivas; y de Poaceae (de 4.2 pasa a 26%) entre las herbáceas. Estos hechos referidos, a los 41.75 cm, de profundidad coinciden con el segundo pico máximo de cereal (5.6%). Los porcentajes de polen arbóreo se recuperan de una manera rápida hacia el final de la zona (66.2-86.9%), y descienden en paralelo los porcentajes de arbustivas y herbáceas. Los taxa hidro-higrófitos, como Filicales monolete, Filicales trilete, *Polypodium vulgare* tipo y *Pteridium aquilinum*, poseen porcentajes menores que en TMA-5, mientras que Cyperaceae y *Osmunda regalis* incrementan los mismos. En esta zona, el único microfósil no polínico con porcentajes importantes es *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342), con un máximo de 9.2% a los 41.75 cm de profundidad. Los valores de diversidad polínica siguen oscilando entre 10-15 tipos polínicos esperados, pero ca. 41.75 cm existe un quinto máximo local (17.9±3.3).

ZONA TMA-7 (29-12 cm)

En esta zona, con una edad comprendida entre ca. 550-120 cal BP, se produce un marcado descenso del polen arbóreo (que pasa de los porcentajes dominantes de todas las zonas anteriores a

valores entre 15.1-32.8%), muy reseñable en el caso de *Quercus caducifolio* (2.2-10.8%), *Alnus* (0.3-7.6%) y *Betula* (1.8-12%); y el gran aumento de los porcentajes arbustivos (29.2-75.6%), sobre todo de *Erica* tipo (24.7-70.4%). Los porcentajes de herbáceas aumentan paulatinamente a lo largo de la zona, pasando de un 15% al inicio a un 42.9% al final, con Poaceae (máximo de 26%), Fabaceae (<3.2%), Liliaceae (<0.9%), Scrophulariaceae (<2.8%), Apiaceae (<0.8%); y con herbáceas antrópicas como Cardueae (<2.6%), *Aster* tipo (<1.7%), *Plantago lanceolata* tipo (<1.6%) y *Urtica dioica* tipo (<2.8%) como las más significativas. Los porcentajes de polen de *Cerealia* siguen siendo similares a los de las zonas inmediatamente anteriores (ca. 3%), aunque al final de la zona desaparecen, indicando la posible desaparición de su cultivo en las zonas cercanas al sondeo. Entre las criptógamas, destaca el aumento rápido de los porcentajes de *Pteridium aquilinum* (que pasan del 2.5% al inicio de la zona al 35.7% al final), paralelamente al aumento de los porcentajes de polen arbustivo y a la reducción de la cubierta arbórea. Los microfósiles no polínicos con mayor representación porcentual son el Tipo 225 (<2.8%) y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342; <1.8%). Los valores de diversidad polínica comienzan con valores similares a los de TMA-6, pero aumentan hasta alcanzar un nuevo máximo local, el sexto, de 21.6±5 tipos polínicos esperados (20.25 cm de profundidad).

ZONA TMA-8 (12-0 cm)

La última zona del diagrama polínico engloba los últimos ca. 120 años cal BP. En ella aparecen, en porcentajes importantes, palinomorfos arbóreos que seguramente proceden de especies forestales

alóctonas y cultivadas en la proximidad inmediata de la turbera, como *Pinus sylvestris* tipo, *P. pinaster* (16-22%), y *Eucalyptus* (2%). De igual manera, se identifican algunos microfósiles no polínicos hasta ahora inéditos o muy esporádicos en zonas anteriores, caso de *Sordaria* (Tipo 55) (que pasa progresivamente en esta zona del 1% al 39.2%), *Cercophora* (Tipo 112) (0.2-1%) y *Chaetomium* (Tipo 7A) (12.5-32.3%). Los porcentajes de *Quercus caducifolia* (2.2-14.4%), *Alnus* (3.2-15.1%) y *Betula* (1.8-12.1%) son bajos, aunque con tendencia a un ligero aumento. Los porcentajes de arbustivas siguen siendo altos (23.7-29.2%), pero no tanto como en la zona anterior. Las herbáceas toman ahora una mayor importancia, con un máximo de 42.9%, sobre todo las relacionadas con procesos de antropización como *Aster* tipo (0.5-0.8%), *Cardueae* (2.6-3.5%), *Cichorioideae* (0.7-1.2%), *Plantago coronopus* tipo (<0.4%), *Plantago lanceolata* tipo (1.6-2.1%) y *Urtica dioica* tipo (0.5-6.1%). No se documentan pólenes de cereal. En esta zona se encuentra el máximo total de diversidad polínica (26.2±5.3) de toda la secuencia, a los 9 cm de profundidad, aunque posteriormente disminuye su valor.

6.2.5. Interpretación y discusión de la secuencia

En la Región Eurosiberiana de la Península Ibérica, afectada por la influencia del Mar Cantábrico y del Océano Atlántico, la sucesión de climas y vegetación durante el Cuaternario se considera que siguió aproximadamente el modelo centroeuropeo, donde en las fases frías el paisaje vegetal estuvo dominado por especies herbáceas entre las que tuvieron un importante papel las plantas estépicas (Costa Tenorio *et al.*, 1990, 2001; Carrión *et al.*, 2000a). En estas

fases frías, por otro lado, destacarían el pino (*Pinus sylvestris*) y el abedul (*Betula*) entre los escasos componentes del estrato arbóreo (Salas, 1992; García Antón *et al.*, 2002); excepto en enclaves litorales, donde pudieron refugiarse especies más termófilas (acebuche, encina, laurel, madroño, etc.). Este panorama de la paleovegetación se mantuvo prácticamente inalterable a lo largo del Pleistoceno Superior, salvo en periodos interglaciares o fases más térmicas que, en cualquier caso, se escapan del marco cronológico considerado en este trabajo.

Al final del Pleistoceno, las condiciones climáticas se fueron recuperando progresivamente con la llegada del Tardiglaciario, sobre todo en el denominado Interstadío Tardiglaciario o Bölling/Allerød (*ca.* 14500-13000 cal BP), en el cual se produjo una mejora climática que posibilitó la colonización forestal, de amplios espacios, por elementos caducifolios del arbolado procedentes de áreas refugio, y la reducción de los pinares en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica (García Antón *et al.*, 2002). La última fase del Tardiglaciario (*ca.* 13000-11500 cal BP), conocida como *Younger Dryas*, supuso el nuevo advenimiento de condiciones frías y áridas, que dieron paso ya a una recuperación climática y reforestación progresivas con la llegada del actual interglaciario, el Holoceno, hace unos 11500 años cal BP.

El inicio del Holoceno y el evento 8200 cal BP: 11500-7550 cal BP (TMA-1 y TMA-2)

El inicio del Holoceno (TMA-1) está caracterizado por el dominio del abedul, que alcanza valores cercanos al 60% (Fig. 6.12). Su carácter heliófilo le habría otorgado un comportamiento pionero en las primeras

fases durante la mejora climática de inicios del Holoceno. El abedul aparece acompañado en Monte Areo de *Pinus sylvestris* tipo, que no supera el 7%, quizá como reflejo vestigial de la vegetación arbórea que debió existir en fases anteriores, más frías y áridas en las montañas cantábricas. Estas formaciones de pino, a lo largo del Holoceno, han ido perdiendo importancia, hecho que se refleja en otras secuencias asturianas (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Mary *et al.*, 1973; McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996; Ruiz Zapata *et al.*, 2000, 2001a; Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004; García-Rovés *et al.*, 2001; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; García Antón *et al.*, 2006; García-Rovés, 2007). Los pinos fueron desapareciendo progresivamente de la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica, quedando relegados a la vertiente meridional (p.e. Menéndez Amor, 1975; García Antón *et al.*, 1997; Franco Múgica *et al.*, 2001, Rubiales *et al.*, 2008). Al comienzo del Holoceno también se documentan *Alnus* y *Quercus* caducifolio entre los elementos arbóreos de Monte Areo (Fig. 6.12). Los robles debieron haber permanecido al norte de la Cordillera Cantábrica, que actuaría como refugio, durante la última glaciación (Hewitt, 1999), debido a que las condiciones fueron más benignas que en lugares a mayor altitud o más continentales. La zona de Monte Areo, que está relativamente cercana al mar y a una baja altitud, muestra que estas áreas refugio debieron de existir localmente, tal y como muestra el diagrama con los altos porcentajes desde su inicio de *Quercus* caducifolio (Fig. 6.12).

Esta recuperación climática, que favoreció la expansión y colonización del territorio por parte de las formaciones caducifolias, queda reflejada también en las

plantas hidro-higrófitas, que alcanzan altos porcentajes en esta cronología de inicios del Holoceno. Mientras, entre los microfósiles no polínicos destacan el Tipo 114, el Tipo 225 y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342). El primero de ellos se refiere a restos de perforaciones escalariformes de los vasos de *Betula*, *Alnus* y/o *Corylus* que quedarían tras la descomposición de su madera (Pals *et al.*, 1980); estos taxa arbóreos, excepto el avellano, se han confirmado polínicamente y harían referencia a ese elemento caducifolio mesófilo que habría quedado refugiado localmente en la zona con anterioridad al Holoceno. El Tipo 225 indicaría, al igual que el elemento hidro-higrófito, la mejora climática de inicios del Holoceno, ya que se trata de las esporas de un organismo acuático, probablemente un alga, que viviría en aguas mesotróficas (van Geel *et al.*, 1989; Kuhry, 1997). El tercer microfósil no polínico, *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342), también estaría marcando unas condiciones climáticas benignas, ya que requiere condiciones pantanosas, húmedas y relativamente térmicas para la producción de esporas (van Geel *et al.*, 1981; Kuhry, 1985). Posiblemente estas condiciones pantanosas estarían en relación con la instauración de alisedas en enclaves parecidos a los actuales sobre terrenos pantanosos, ya que la relación entre los porcentajes de *Alnus* y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* permanece más o menos en consonancia durante todo el diagrama. En resumen, los datos aportados por los microfósiles no polínicos están reflejando ya un medio húmedo, temperaturas templadas que permitirían la esporulación de *Spirogyra*, y que habrían facilitado un enriquecimiento del medio en nutrientes.

Al final de este periodo cronológico (TMA-2, ca. 10000-7550 cal BP), los

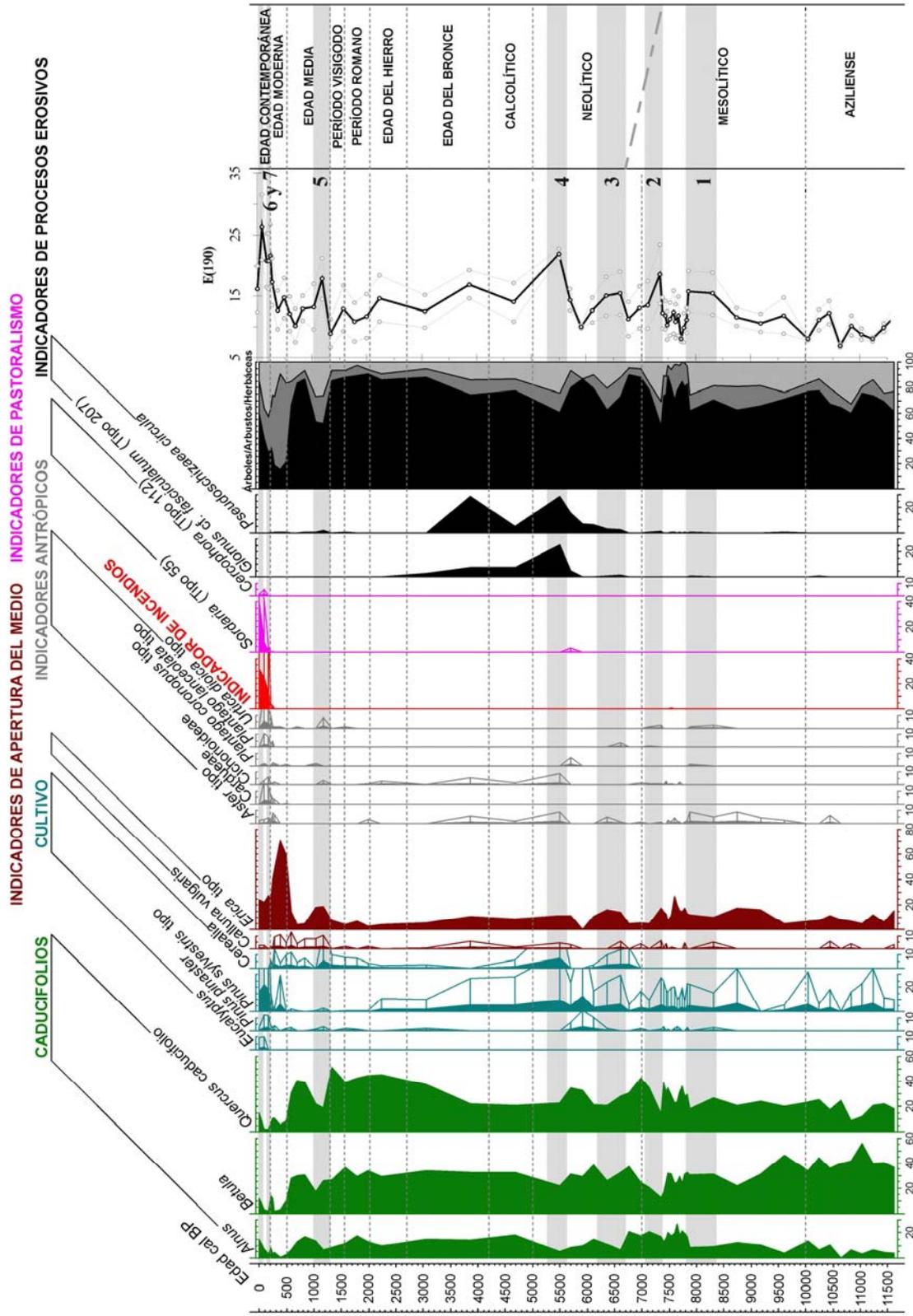


Figura 6.12: Diagrama polínico sintético de La Turbera de Monte Areo (TMA) en función de la edad. Nótese que aunque los morfotipos de *Pinus* se ha incluido en cultivo, éstos aparecen durante toda la secuencia; sólo se ha querido remarcar su cultivo en época actual. El indicador de incendios hace referencia a *Chaetomium*. Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica nombrados en el texto con sus respectivos números.

porcentajes arbóreos siguen siendo altos, aunque se produce un descenso de los porcentajes de *Betula* y un aumento en paralelo de los de *Alnus* y *Quercus* caducifolio. Esto indica que el papel pionero jugado por el abedul, durante los primeros milenios del Holoceno, iría disminuyendo en importancia, mientras que se produciría el establecimiento progresivo de robledales y alisedas pantanosas en el entorno (Fig. 6.12).

En la segunda mitad de la zona polínica TMA-2, el Tipo 16C, correspondiente a ascósporas fúngicas, y el Tipo 119, de origen incierto (Pals *et al.*, 1980), alcanzan notables porcentajes, sobre todo el primero de ellos. El Tipo 16C indica el trasvase a condiciones algo más secas (van Geel, 1978), y empieza a aparecer desde *ca.* 7900 cal BP. Además, en el intervalo *ca.* 8500-7900 cal BP (116-120 cm), se produce un aumento de la diversidad (máximo n°1) que en general es baja durante TMA-1 y TMA-2 (Fig. 6.12). Este hecho está en relación con un descenso de los porcentajes arbóreos, principalmente de *Quercus* caducifolio y *Alnus*, y un aumento de los herbáceos, Poaceae mayoritariamente, y podría estar relacionado con el evento 8200 cal BP. Este evento es uno de los momentos de mayor variabilidad climática del Holoceno (Tinner & Lotter, 2001), y corresponde a una corta etapa fría (Bond *et al.*, 1997; Barber *et al.*, 1999; Dean *et al.*, 2002; Heiri *et al.*, 2004). Es probable que la presencia puntual conjunta en este momento de clamidosporas de *Glomus* cf. *fasciculatum*, un microfósil no polínico relacionado con hongos endomicorrizógenos de las raíces de *Betula* (van Geel *et al.*, 1989), así como de *Pseudoschizaea circula*, pudiera estar indicando la ocurrencia de procesos erosivos relacionados con el evento 8200 cal BP.

Las primeras manifestaciones antrópicas:
7550-7000 cal BP (TMA-3)

Durante esta cronología los bosques de quercíneas caducifolias y las alisedas pantanosas continúan siendo los elementos principales del paisaje del entorno de Monte Areo (Fig. 6.12). El hecho más significativo que ocurre en estas fechas es la documentación de las primeras evidencias polínicas de antropización entre los 90-80 cm (*ca.* 7350 cal BP). Éstas corresponden a la disminución de los porcentajes arbóreos desde el 90 al 50%, sobre todo de *Quercus* caducifolio y *Betula*, un aumento de los porcentajes de *Erica* tipo, y la aparición de un elenco de palinomorfos de origen antrópico tales como *Aster* tipo, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Urtica dioica* tipo, *Asphodelus albus* tipo, Cichorioideae, *Plantago lanceolata* tipo y *Polygonum persicaria* tipo (Behre, 1981, 1988). La desaparición en este intervalo del Tipo 16C, y el incremento de *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342), estarían indicando una fase más húmeda (van Geel, 1978; van Geel *et al.* 1981; Kuhrly, 1985), por lo que no debería suponerse que la disminución señalada de la cobertura arbórea estaría relacionada con condiciones climáticas desfavorables, sobre todo xéricas, sino con fenómenos de antropización señalados por el cortejo de antrópicos citado. Por otra parte, además, estas primeras evidencias del impacto humano sobre el medio, en la secuencia de Monte Areo, están acompañadas por un aumento puntual de la diversidad polínica (máximo n°2) (Fig. 6.12).

De momento no existe registro arqueológico que podamos relacionar con estas primeras evidencias de antropización, pues los primeros que se documentan en la

zona de Monte Areo corresponden ya al desarrollo del fenómeno megalítico, que es posterior en el tiempo. Esto supone un acicate extra, tanto para intentar explicar esta primera antropización, que representaría la evidencia más antigua documentada hasta ahora en la provincia de Asturias, como para localizar ese vacío documental en el registro arqueológico, ya que aquello que se ha excavado ha sido lo más visible (los megalitos), sin tener de momento evidencia alguna de yacimientos neolíticos premegalíticos, sobre todo de zonas de hábitat. Estas evidencias de antropización, sin mayor información, podrían interpretarse como el trasiego por esta comarca de los primeros pastores neolíticos, los cuales abrirían el bosque para facilitar el pastoreo con sus ganados e introducirían, junto con éstos, nuevas taxa que explicarían la subida de la diversidad polínica. Aun así, este hecho habría repercutido de manera no muy alta en el bosque atlántico, ya que este impacto antrópico es puntual y el paisaje se recupera posteriormente.

La aparición de la agricultura: 7000-6000 cal BP (TMA-4)

La costa atlántica del norte de la Península Ibérica ha sido considerada como un área marginal para la llegada del Neolítico (Arias, 1999). Varios arqueólogos han asumido que en esta zona el inicio de la agricultura debió de ser difícil debido a sus características geográficas, que habrían facilitado más a las prácticas ganaderas y a otras formas de subsistencia diferentes a las de la agricultura (véase discusión al respecto en Zapata *et al.*, 2004). Estudios recientes, por el contrario, han empezado a cuestionar esta idea gracias a la investigación arqueobotánica (Zapata, 2002; Iriarte *et al.*, 2005; Peña-Chocarro *et al.*, 2005a, 2005b).

Sin embargo, la información disponible es todavía bastante escasa para esta zona. Gracias a los estudios arqueobotánicos se ha retrasado el origen de la agricultura en el norte peninsular, y se ha demostrado que no fue tan tardía como se había pensado, aunque ésta sigue siendo posterior a la detectada en el resto de la península. La dificultad más importante es el vacío existente en el registro arqueológico, sobre todo en la zona asturiana, donde no hay ningún estudio arqueobotánico de yacimientos neolíticos premegalíticos para poder discernir esta problemática. Por otro lado, esto no ocurre para cronologías paleolíticas y mesolíticas en la zona cantábrica (Zapata *et al.*, 2004). Otra dificultad es que, tanto la zona más oriental (País Vasco y Cantabria) como la más occidental (Galicia), son las que poseen estudios arqueobotánicos prehistóricos, mientras que en Asturias este tipo de investigaciones todavía no se han realizado en yacimientos neolíticos.

En la secuencia de Monte Areo, la aparición de polen de *Cerealia* se ha identificado en TMA-4, inmediatamente antes de la datación 5815 ± 50 BP (6736-6495 cal BP; 4787-4546 cal BC). Además de la documentación de polen de cereal en esta zona, también aparece polen de plantas antrópicas asociadas a la ruderalización (*Plantago lanceolata* tipo, *Aster* tipo y *Polygonum persicaria* tipo) (Behre, 1981), mayores porcentajes de *Erica* tipo, y deforestación del roble. Todos estos indicios, junto con el pico de *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207) y valores crecientes de *Pseudoschizaea circula*, ambos microfósiles no polínicos indicadores de procesos erosivos (van Geel *et al.*, 1989; Pantaleón-Cano *et al.*, 1996), indicarían el establecimiento de actividades agrícolas en

la zona por parte de comunidades neolíticas durante la primera mitad del V milenio cal BC. Además de todos estos hechos, hay un nuevo incremento de la diversidad polínica junto con la aparición del polen de cereal (máximo nº3) (Fig. 6.12). De esta manera, la introducción de la agricultura en el paisaje supuso un incremento de la diversidad debido a la nueva flora asociada a los cultivos.

El desarrollo del cultivo del cereal: 6000-550 cal BP (TMA-5 y TMA-6)

En el entorno de Monte Areo, al igual que en otras zonas del norte de la Península Ibérica, inmediatamente tras la adopción de la agricultura, las comunidades neolíticas empiezan a construir monumentos megalíticos (véase Peña-Chocarro *et al.*, 2005a). En Monte Areo, el fenómeno megalítico comienza a finales del V y principios del IV milenios cal BC (Blas Cortina, 1999). Esta agricultura se prolonga de manera más o menos continuada hasta finales de la Edad Moderna, donde desaparece. En este desarrollo agrícola se constatan dos momentos en los que la actividad agrícola se intensifica: a los 63.75 y 41.75 cm de profundidad.

El primero de ellos ocurre durante el Neolítico final (*ca.* 5500 cal BP; 3500 cal BC), detectándose un máximo en la curva de *Cerealia*. Además de la evidencia de polen de cereal, aparecen otros indicadores antrópicos como Cichorioideae y *Aster* tipo, se produce una deforestación, y los procesos erosivos continúan. En todo caso, y aunque la antropización del bosque sea muy clara a nivel palinológico, también es cierto que los porcentajes de polen arbóreo no son excepcionalmente bajos, lo que podría venir mediado por diversas circunstancias: a) que

las sociedades campesinas de esa época no poseyeran una tecnología muy desarrollada, sobre todo al final del Neolítico e incluso durante el Calcolítico y a lo largo de las edades del Bronce y Hierro; b) que las densidades poblacionales prehistóricas fueran bajas y las zonas cultivadas correspondieran a pequeñas extensiones (Costa Tenorio *et al.*, 2001); c) que la propia naturaleza del bosque atlántico, con una enorme capacidad regenerativa de la cubierta arbóreo-arbustiva, enmascarara la verdadera realidad del proceso.

La cronología del segundo es más reciente, ya que ocurre durante la Edad Media (*ca.* 1175 cal BP; 775 cal AD), y corresponde también a un máximo en la curva de *Cerealia*. En este caso, la deforestación del bosque y la matorralización son bastante más acusadas, continuando también la aparición de indicadores antrópicos y de procesos erosivos; y tras una recuperación de la foresta, posterior al pico de cereal, el paisaje ya no volverá a ser como en las fases anteriores.

Estos dos momentos coinciden con dos nuevas subidas en la diversidad polínica (máximos nº4 y 5) (Fig. 6.12), relacionadas de nuevo con el manejo del paisaje por parte del ser humano.

Plantación de especies alóctonas y pastoreo: 550 cal BP-actualidad (TMA-7 y TMA-8)

Es en época reciente, durante las edades Moderna y Contemporánea, cuando se produce el cambio más significativo en la estructura del paisaje de Monte Areo, modificándose hasta llegar a lo que conocemos hoy día (Fig. 6.12). En la zona

TMA-7 (ca. 550-126 cal BP; 1410-1825 cal AD) disminuyen bruscamente los porcentajes arbóreos, mientras que los arbustivos aumentan notablemente (*Erica* tipo y *Calluna vulgaris*). También se incrementan los indicadores polínicos de antropización (*Aster* tipo, Cichorioideae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Plantago lanceolata* tipo, *Urtica dioica* tipo y Cardueae). Además, en esta zona todavía se continúa con el cultivo del cereal, aunque al final de la misma desaparece, y se da comienzo al cultivo de especies forestales como los pinos y los eucaliptos que continúan hasta el final del diagrama (Fig. 6.12). En TMA-8, se desarrollan los cultivos de las especies forestales, incrementando notablemente los indicadores del impacto humano sobre el paisaje. Paralelo al inicio del cultivo de pinos y eucaliptos se documenta la presencia de los microfósiles no polínicos *Chaetomium* (Tipo 7A), *Sordaria* (Tipo 55) y *Cercophora* (Tipo 112). El primero de ellos corresponde a ascósporas fúngicas de ecología carbonícola que, a nivel paleoecológico, parecen funcionar como indicadores de incendios (van Geel, 1978; Kuhry, 1985), probablemente antrópicos cuando, como en el caso de Monte Areo, hay una relación muy estrecha entre su presencia y la antropización del paisaje (López Sáez *et al.*, 1998, 2000). De hecho, hay una fuerte relación entre la curva del Tipo 7A y las de pino y eucalipto, así como entre éstas y las de los otros dos microfósiles no polínicos, *Sordaria* (Tipo 55) (van Geel, 1978; van Geel *et al.*, 1983b, 2003) y *Cercophora* (Tipo 112) (van der Wiel, 1983; van Geel *et al.*, 1981, 1983b, 2003). Estos dos últimos, corresponden a esporas de hongos coprófilos relacionadas con las heces del ganado y que dan cuenta de actividades pastorales locales (López Sáez *et al.*, 2000; López Sáez &

López Merino, 2007). Junto con la aparición de los indicadores de pastoralismo e incendios se documenta un nuevo máximo de diversidad polínica (máximo nº6), y otro con la subida de estos indicadores y el comienzo de la plantación de especies forestales (máximo nº7) (Fig. 6.12).

6.2.6. Conclusiones

Las características excepcionales de las turberas, captadoras naturales de cambios tanto climáticos como antrópicos, hacen de ellas unos instrumentos muy importantes para estudiar el pasado; especialmente cuando no se posee registro arqueológico y se quiere investigar acerca del modo de vida del ser humano en la Prehistoria. Gracias al estudio de estos contextos, en un entorno que se sabe que ha sido poblado desde la Prehistoria, se han podido extraer las siguientes conclusiones para el entorno de Monte Areo:

- Los inicios del Holoceno supusieron una reforestación muy rápida por parte del arbolado. Ésta fue debida a la existencia de áreas refugio de caducifolios mesófilos en la zona.
- Se han registrado ciertas evidencias que hablan de la ocurrencia del evento 8200 cal BP, de características frías, que en Monte Areo supuso cierta reducción del bosque.
- La primera evidencia polínica de antropización, en la zona de estudio, se documenta ca. 7350 cal BP (5400 cal BC), durante el VI milenio cal BC, suponiendo por el momento la más antigua en Asturias. En la actualidad no se cuenta con registro

arqueológico que permita ubicar culturalmente estas evidencias, aunque podrían estar relacionadas con actividades ganaderas de tipo trasterminante por las primeras comunidades neolíticas del área.

- El comienzo de la agricultura en Monte Areo se documenta *ca.* 6736-6495 cal BP (4787-4546 cal BC), siendo la evidencia más antigua conocida para Asturias. Esta fecha está en concordancia cronológica con el resto de los datos arqueobotánicos que fechan la adopción de la agricultura, en la fachada atlántica norte de la Península Ibérica, en la primera mitad del V milenio cal BC, mostrando que la difusión de la agricultura en la zona cantábrica fue un proceso muy rápido.
- Tras el inicio de la agricultura se desarrolló la cultura megalítica en Monte Areo, que data de finales del V al principios de IV milenios cal BC.
- En ausencia de datos de índole arqueobotánica, procedentes de yacimientos de época neolítica premegalítica en Asturias, el estudio de turberas, especialmente si se realiza en zonas en las que se conoce una ocupación prehistórica como en Monte Areo, es muy valioso para entender las dinámicas antrópicas y el establecimiento y difusión de la agricultura desde la Prehistoria.
- El desarrollo de la agricultura tuvo dos máximos de actividad: el

primero durante el Neolítico final (*ca.* 5500 cal BP; 3500 cal BC); y el segundo durante la Edad Media (*ca.* 1175 cal BP; 775 cal AD).

- El uso del fuego, para la apertura del espacio forestal, ha ocurrido ya en época reciente (desde 429 cal BP; 1582 cal AD). Estos espacios se han utilizado para crear pastos de uso ganadero, como muestran los hongos coprófilos, y para repoblaciones de especies forestales como *Pinus* y *Eucalyptus*. Es probable que actuaciones antrópicas similares (exceptuando las repoblaciones), ocurrieran desde la Prehistoria hasta la Edad Media, pero no se han detectado en Monte Areo; quizá porque no tuvieron la suficiente envergadura para quedar reflejadas en los espectros polínicos.
- La presencia de *Pinus sylvestris* tipo a lo largo de toda la secuencia hace referencia a su carácter natural de manera extra-regional a Monte Areo, en el seno de la Cordillera Cantábrica. Al igual que la presencia de *Pinus pinaster* desde mediados del Holoceno habla de poblaciones de este taxón en Asturias. Su importancia reciente, en cambio, hace referencia a plantaciones forestales de *Pinus pinaster* y *P. radiata*.
- Las variaciones en la diversidad polínica parecen estar relacionadas con perturbaciones, tanto climáticas como antrópicas, que tienden a elevar sus valores, siempre y cuando no superen un umbral.

6.3. Yacimiento arqueológico de Veranes

6.3.1. Introducción

La Arqueopalinología, o Palinología arqueológica, es la disciplina encargada de la identificación de pólenes, esporas y microfósiles no polínicos procedentes de contextos arqueológicos. Esta disciplina de la Palinología permite llevar a cabo la reconstrucción de la vegetación del pasado así como su dinámica temporal, a la vez que intenta establecer las bases paleoeconómicas (agricultura, ganadería) de las sociedades humanas pretéritas y determinar el grado de antropización del paisaje (López García, 1981b; López Sáez *et al.*, 2003). Aun así, la interpretación paleoecológica del registro arqueopalinológico requiere de un conocimiento exhaustivo tanto de las condiciones tafonómicas del depósito sedimentario como del registro arqueológico considerado (López Sáez *et al.*, 2006a).

En la Península Ibérica, la mayor parte de investigaciones arqueopalinológicas que se han llevado a cabo proceden de yacimientos de la Prehistoria reciente, fundamentalmente de las edades del Cobre y Bronce, siendo muy escasos las referidas al paleoambiente desde el I milenio cal AD (López García, 1978, 1986; Salas, 1995; Martínez Atienza, 1999; López García *et al.*, 2002). En el caso particular de la provincia de Asturias, aunque se cuenta con un número relativamente importante de estudios arqueopalinológicos, éstos proceden en su mayoría de contextos del Paleolítico Superior y Mesolítico (p.e. López García, 1978; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourham, 1981; Boyer-Klein, 1984, 1985; Dupré Ollivier, 1986, 1988; Carrión & Dupré, 2002), siendo muy puntuales los que hacen referencia al Holoceno reciente

(Burjachs, 2001; Gil García *et al.*, 2003), y más particularmente a las épocas romana y medieval (Mariscal, 1996; Burjachs, 2003).

Es cierto, no obstante, que en territorios asturianos se han llevado a cabo investigaciones palinológicas en otros contextos sedimentarios no arqueológicos, como se ha comentado anteriormente, aunque debe decirse que la mayor parte de estos estudios proceden de registros turbosos situados en la alta montaña cantábrica (p.e. Ruiz Zapata *et al.*, 2001a, 2001b), donde resulta muy difícil discernir la dinámica de la antropización del paisaje dada la dificultad de poblamiento de estos ambientes críticos; o, en su defecto, proceden de secuencias litorales o prelitorales estudiadas hace décadas, con escasa resolución muestral y cronológica (Menéndez Amor, 1950a, 1950b; Florschütz & Menéndez Amor, 1959; Menéndez Amor & Florschütz, 1961; Mary *et al.*, 1973). Una limitación más, a los objetivos de este trabajo, es que la mayor parte de las secuencias polínicas estudiadas en turberas suelen fechar la base y el tramo medio del depósito sedimentario, no existiendo referencia cronológica respecto al tramo superior, el que hace mención precisamente a las cronologías romana y medieval. Por ello es interesante contar con los datos arqueopalinológicos de una *villa* tardorromana y medieval como la de Veranes (Foto 6.8, Fig. 6.13).

El objetivo del análisis arqueopalinológico de la *villa* de Veranes es el de reconstruir el paisaje de esta zona desde el I milenio cal AD. La dinámica de la vegetación se intentará relacionar con la antropización del medio, así como con la evolución de las principales bases paleoconómicas.

6. Resultados e interpretación de las secuencias



Foto 6.8: Fotografía aérea del sector excavado de la villa romana de Veranes (tomado de Fernández-Ochoa *et al.*, 2008).



Figura 6.13: Planta del yacimiento de Veranes (tomado de Fernández-Ochoa *et al.*, 2008).

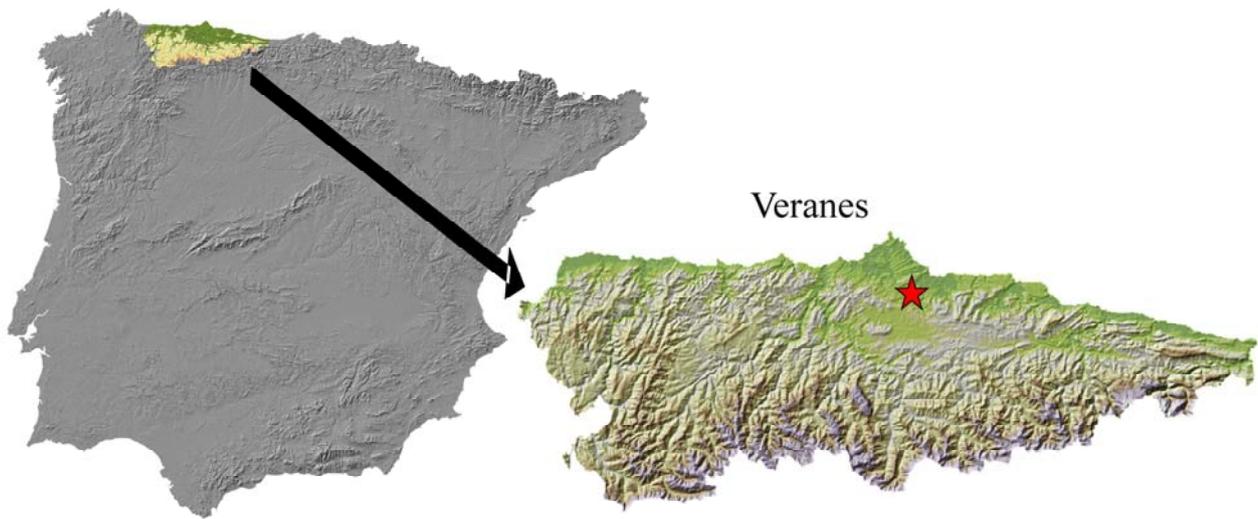


Figura 6.14: Localización del yacimiento arqueológico de Veranes.

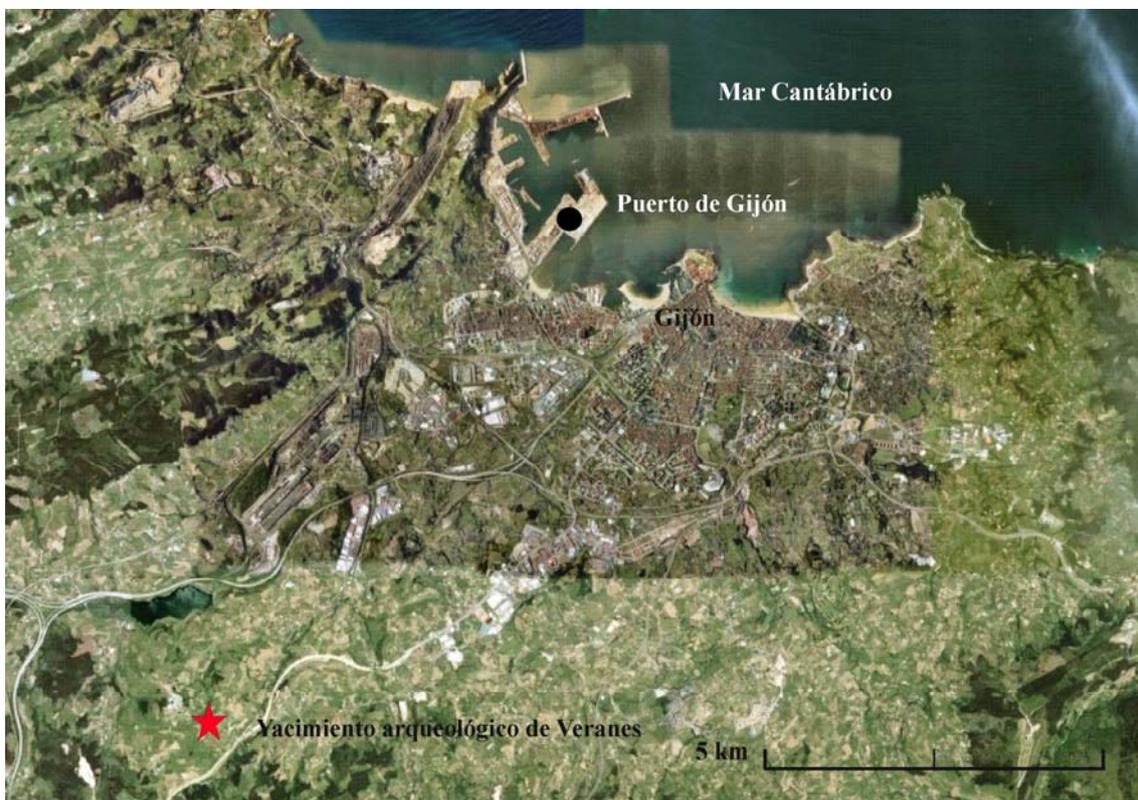


Foto 6.9: Vista aérea de la zona donde se encuentra Veranes.

6.3.2. Área de estudio y contexto arqueológico

La *villa* romana y medieval de Veranes se localiza en el concejo de Gijón, a unos 13 km de Gijón, en la zona prelitoral central asturiana (Fig. 6.14, Foto 6.9) (coordenadas 43° 29' 2.61" N, 5° 45' 12.65" O), sobre una ladera orientada al sur, a unos 150 m de altitud. Esta ladera está dominada por materiales calizos, levantada en varios aterrazamientos artificiales en los que se distribuyen las estancias que configuran el conjunto arqueológico (Fig. 6.13).

El complejo rural de Veranes presenta una ocupación que abarca desde la segunda mitad del siglo I, hasta la segunda mitad del siglo V cal AD. A partir de esta última fecha se advierten las primeras evidencias de abandono de las estructuras del complejo, siendo usado el espacio con nuevos fines durante la Edad Media (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008).

En general, una *villa* romana es una explotación agropecuaria con dos zonas diferenciadas: la zona residencial (*pars urbana*), que es el conjunto de dependencias destinadas a la residencia del propietario y su familia; y la *pars rustica*, que es el conjunto de dependencias destinadas a la propia explotación agropecuaria del territorio perteneciente al dueño de la *villa* (*fundus*), que suelen formar un latifundio. Los restos arqueológicos que actualmente forman el Museo de Veranes pertenecen a la *pars urbana* de una *villa* que se construyó en el Bajo Imperio Romano (siglo IV cal AD), sobre las ruinas de un asentamiento rústico altoimperial (siglos I-III cal AD), y continuó en uso hasta el siglo V cal AD. Posteriormente, en torno al siglo VIII cal AD, una parte fue consagrada como capilla a

San Pedro y Santa María, desempeñando las estancias cercanas funciones de servicio para la iglesia. Paralelamente, los terrenos en torno a la iglesia fueron utilizados como necrópolis, hasta el siglo XIII cal AD, en que la iglesia dejó de prestar servicio (Fernández Ochoa *et al.*, 1997, 2004, 2008; Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008).

6.3.3. Material estudiado

En el seno del yacimiento de Veranes se llevó a cabo el estudio arqueopalinológico de un total de 31 muestras, cuya relación detallada y cronología es la siguiente (la numeración hace referencia a su ubicación en la Fig. 6.15):

(1) Columna E5: de 70 cm de potencia, en la cual se tomaron 6 muestras en perfil estratigráfico sellado por un pavimento, cuya relación cronológica es la siguiente: muestras 1 y 2 (siglos I-II cal AD, Alto Imperio), muestras 3, 4 y 5 (siglos II-III cal AD, Alto Imperio), muestra 6 (segunda mitad del siglo IV cal AD).

(2) Corte 518/564: se estudió una única muestra de polen procedente del relleno de un canal de drenaje de los siglos V-VII cal AD.

(3) Corte E30: corresponde a un granero situado en alto, bajo el cual se recogieron cuatro muestras procedentes de las UEs 4701, 4643 y 4629 (siglos I-III cal AD) y 4651 (siglos IV-V cal AD).

(4) Corte 536/528: se estudiaron dos muestras procedentes de las UEs 8753 y 8899 correspondientes a la necrópolis medieval, del suelo de uso Pleno y Bajo Medieval (siglos XI-XIV cal AD).

(5) Corte 524/516: se estudiaron dos muestras de las UEs 8508 y 4050 de cronología medieval.

(6) Corte 506/536: se estudió una única muestra de la UE 4170 (siglos V-VIII cal AD).

(7) Corte 542/536: se tomaron muestras del perfil estratigráfico 'oeste' a partir de una secuencia de 130 cm de potencia. La relación de muestras, de base a techo, es la siguiente: 130-110 cm (sustrato geológico), 100 cm (UE 2642, relleno altoimperial siglos I-III cal AD), 90 cm (UE 2641/2642, relleno altoimperial siglos I-III cal AD), 80 cm (UE 2641, relleno altoimperial siglos II-

III cal AD), 70 cm (UE 2630, suelo de uso de un área metalúrgica en funcionamiento durante la primera mitad de los siglos III-IV cal AD), 60-30 cm (ídem de la anterior), 0 cm (UE 2629, relleno antrópico de mediados del siglo IV cal AD).

(8) Corte E27: suelo del horno de los siglos IV-V cal AD cuyos sedimentos corresponden a cenizas con alto contenido orgánico y macrocarbones.

(9) Corte 518/524: corresponde al suelo del segundo nivel de la necrópolis medieval (siglos VIII-XII cal AD), habiéndose estudiado cuatro muestras procedentes de las UEs 8828, 1504, 8508 y 4050.



Figura 6.15: Ubicación de las muestras palinológicas en la planimetría de la villa de Veranes (para numeración ver texto).

(10) Estancia E5 romana: se tomó una única muestra del relleno de una zanja de cimentación (X33) de la segunda mitad del siglo IV cal AD.

(11) Corte E36: se tomaron dos muestras del perfil este en las UEs 9568 y 9895, ambas correspondientes a los siglos I-III cal AD.

Desafortunadamente, del total de 31 muestras palinológicas estudiadas en la *villa* de Veranes, únicamente 10 de ellas resultaron fértiles desde un punto de vista polínico: las 6 muestras de la columna E5, la muestra del suelo del horno del corte E27, una muestra (UE 8828) de la necrópolis medieval del corte 518/524, la muestra de la estancia romana E5, y la muestra de la UE 9568 del corte E36. El resto fueron estériles o, las que tenían cierto contenido polínico, no eran significativas por no albergar una suma base polínica mínima de 150-200 pólenes por muestra (López Sáez *et al.*, 2003). En algunos casos, como ocurrió con las muestras del perfil obtenido en el corte 542/536, éstas contenían cierta cantidad de polen pero no en cantidad suficiente. En el caso concreto de estas últimas, no obstante, cabe señalarse la gran abundancia en ellas de *Pseudoschizaea circula*, un microfósil no polínico indicativo de procesos erosivos (Pantaleón Cano *et al.*, 1996), el cual explicaría la bajísima concentración polínica de estas muestras. Pero la razón principal de que la mayor parte de las muestras resultaran estériles debe encontrarse en su naturaleza fuertemente arcillosa, pues conocida es la esterilidad polínica de los sedimentos de arcillas rojas producto de la disgregación de la caliza o de otros cuyo pH es excesivamente elevado (>8.9) y, por lo tanto, sin contingente polínico alguno (Vuorela, 1995; López Sáez *et al.*, 2003).

De todas maneras, las diez muestras que resultaron fértiles permiten acercarse a una reconstrucción del paisaje de la *villa* de Veranes entre al menos los siglos I y V cal AD, incluyendo de manera más puntual referencias a los siglos VIII-XII cal AD, como se comentará posteriormente.

En las Figs. 6.16a-c se han dibujado los histogramas de porcentajes de las seis muestras de la columna E5, mientras que en las Figs. 6.16d-e se ha hecho lo mismo para las otras cuatro muestras que han resultado ser fértiles.

Durante las campañas arqueológicas sobre el yacimiento se han efectuado varias dataciones radiocarbónicas con el fin de ubicar cronológicamente el mismo, quedando recogidas en la Tabla 6.3.

6.3.4. Resultados

Siglos I-III cal AD

El paisaje de este marco cronológico puede suponerse a partir de las muestras 1 a 5 de la columna E5 (Figs. 6.16a-c), y de la procedente de la columna E36 (UE 9568) (Figs. 6.16d-e).

Las muestras 1 a 5 de la columna E5 muestran que durante los siglos I a III cal AD (Alto Imperio) el paisaje del entorno de Veranes se encontraba muy deforestado, ya que el porcentaje de polen arbóreo es de apenas el 3-13%. Entre los taxones arbóreos representados se encuentran el aliso (*Alnus*), el abedul (*Betula*), el fresno (*Fraxinus*), el avellano (*Corylus*), el chopo (*Populus*) y los robles (*Quercus caducifolia*). En la mayor parte de los casos sus porcentajes son muy bajos, inferiores al 3%, salvo en el caso de *Quercus caducifolia* en la muestra 1 donde

alcanza un 7% para reducirse posteriormente. Únicamente en la muestra 5 se documenta polen de nogal (*Juglans*), aunque con un porcentaje inferior al 1%. La presencia puntual de polen de abeto (*Abies*) sólo se explica por su carácter alóctono. En el caso de los pinares montanos (*Pinus sylvestris* tipo), al menos en la muestra 1 suponen un 7% de la suma base polínica, pero, al igual que los robles, reducen sus porcentajes en las demás muestras por debajo incluso del 2%. En todo caso, la presencia de estos pinos cabe interpretarse, con seguridad, a partir de su procedencia desde las cotas más altas de la Cordillera Cantábrica. La muestra procedente de la E36 ofrece un panorama muy similar a las cinco comentadas de E5, con apenas un 12% de polen arbóreo y los mismos taxones representados, siendo el roble (*Quercus caducifolia*) el que mayor importancia porcentual cobra con un 9%.

Tanto en las cinco muestras de E5 como en la de la columna E36 la presencia de palinomorfos de taxones arbustivos es muy reducida, dando cuenta de que la deforestación antes comentada no sólo afectaría a la cobertura arbórea sino igualmente al matorral. En ambas columnas

sólo se documentan enebros (*Juniperus* tipo), brezos (*Erica* tipo) y tojos (*Cytisus/Ulex* tipo), siempre con porcentajes por debajo del 3%.

Sin duda alguna, en el marco cronológico de las seis muestras referidas, el dominio porcentual corresponde a palinomorfos de taxa herbáceos, siendo el preponderante Poaceae (>60%). Además de éste, son muy frecuentes toda una serie de palinomorfos con cierto carácter nitrófilo y, por lo tanto, indicadores de la antropización del entorno, caso de Cichorioideae (10-30% en la columna E5, ca. 40% en E36), Cardueae y *Aster* tipo (Behre, 1981, 1988). Además de los anteriores tipos polínicos, durante el periodo altoimperial, entre la flora herbácea, se hacen ligeramente abundantes palinomorfos relacionados con la existencia de presión pastoral sobre el paisaje, caso de *Plantago lanceolata* tipo, Chenopodiaceae/ Amaranthaceae, y *Urtica dioica* tipo (10% en E36, >20% en E5) (López Sáez *et al.*, 2003). Además, se ha documentado un microfósil no polínico de ecología coprófila, indicativo precisamente de esa presión pastoral *in situ* (López Sáez *et al.*, 1998, 2000), *Sordaria* (Tipo 55), con un 2% en E36 y menos de un 1% en E5.

Referencia laboratorio	Muestra	Material datado	Método	Datación ¹⁴ C BP	Edad calibrada cal AD (2σ)	Edad calibrada cal BP (2σ)	Contexto arqueológico
CSIC-1915	E29 (UE 2630)	carbón	conv.	1695 ± 35	255-418 (100%)	1532-1695 (100%)	E29 sondeo
CSIC-1699	M1 (542-536)	sedimento	conv.	1624 ± 31	352-366 (2.8%) 381-537 (97.2%)	1584-1598 (2.8%) 1413-1569 (97.2%)	Sondeo E29, perfil fragua romana
CSIC-1692	Corte E27 (UE 3281)	carbón	conv.	1729 ± 30	241-391 (100%)	1559-1709 (100%)	Habitación horno pan
CSIC-1756	Corte E27 (UE 3281)	hueso fauna	conv.	1587 ± 33	408-548 (100%)	1402-1542 (100%)	Habitación horno pan
CSIC-2007	E28 (UE 5709)	madera	conv.	1352 ± 28	638-708 (94.6%) 747-765 (5.4%)	1242-1312 (94.6%) 1185-1203 (5.4%)	Cocina
Ua-24641	E28 (UE 3297)	hueso fauna	AMS	1575 ± 35	413-561 (100%)	1389-1537 (100%)	Cocina
CSIC-1763	Canal de drenaje norte (UE 3212)	hueso fauna	conv.	1496 ± 31	442-454 (1.8%) 460-484 (3.8%) 533-642 (94.4%)	1496-1508 (1.8%) 1466-1490 (3.8%) 1308-1417 (94.4%)	Amortización del drenaje
CSIC-1598	M2 (UE 1074)	bellotas	conv.	1144 ± 36	779-793 (4.2%) 802-982 (95.8%)	1157-1171 (4.2%) 968-1148 (95.8%)	nivel de bellotas y cenizas en estancia E12, es un nivel de uso del chamizo altomedieval
CSIC-1650	M3 (UE 1074)	madera	conv.	1086 ± 27	894-928 (31.3%) 933-1015 (68.7%)	1022-1056 (31.3%) 935-1017 (68.7%)	E12, nivel de uso del chamizo altomedieval
Ua-22876	518/544 (UE 4269)	hueso fauna	AMS	1250 ± 40	674-874 (100%)	1076-1276 (100%)	zona cabaña medieval del patio norte

Tabla 6.3: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en Veranes. Se han realizado tanto en el Laboratorio de Geocronología (Instituto de Química Física Rocasolano, C.S.I.C., Madrid) como en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia).

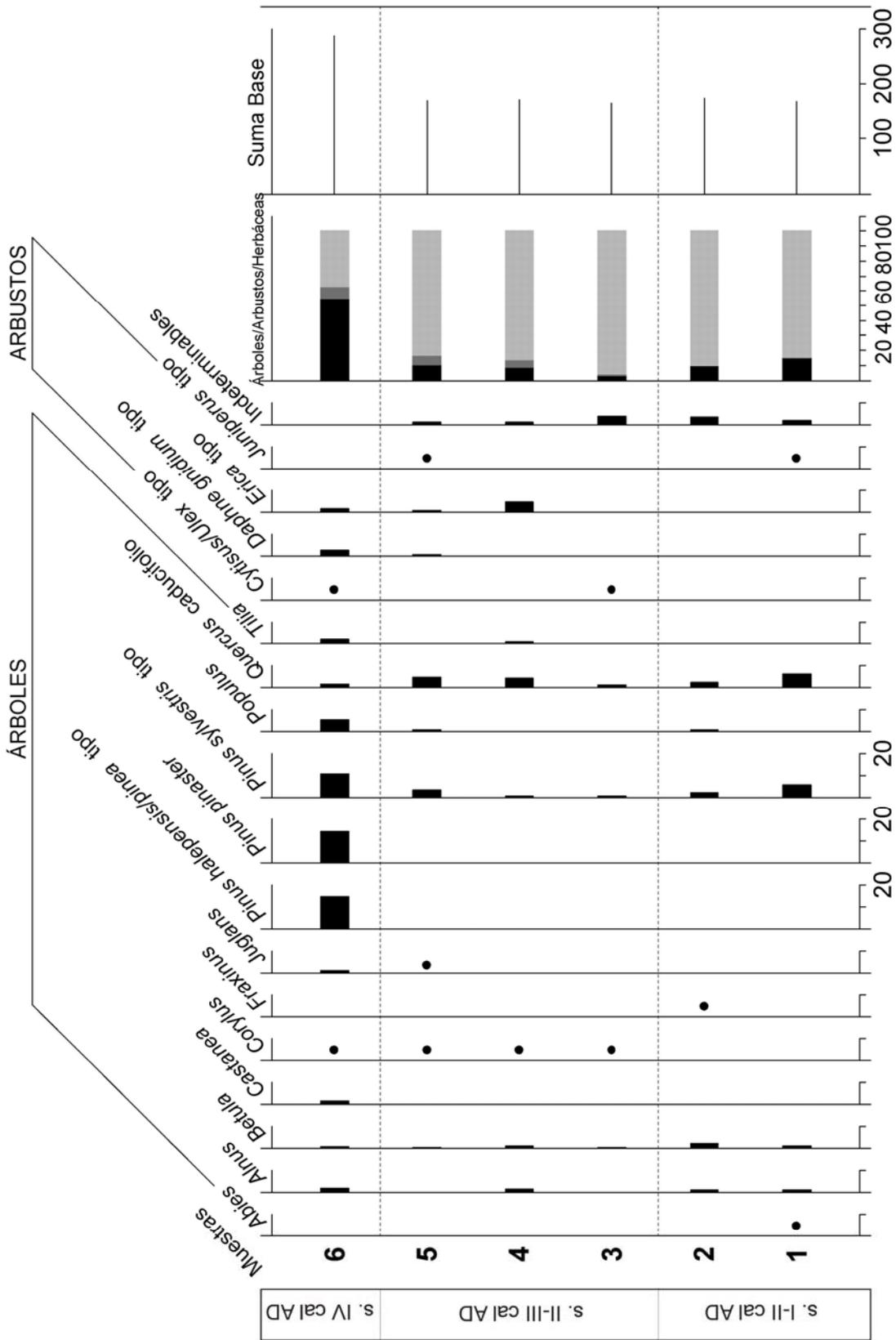


Figura 6.16a: Histograma polínico de porcentajes (árboles y arbustos) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

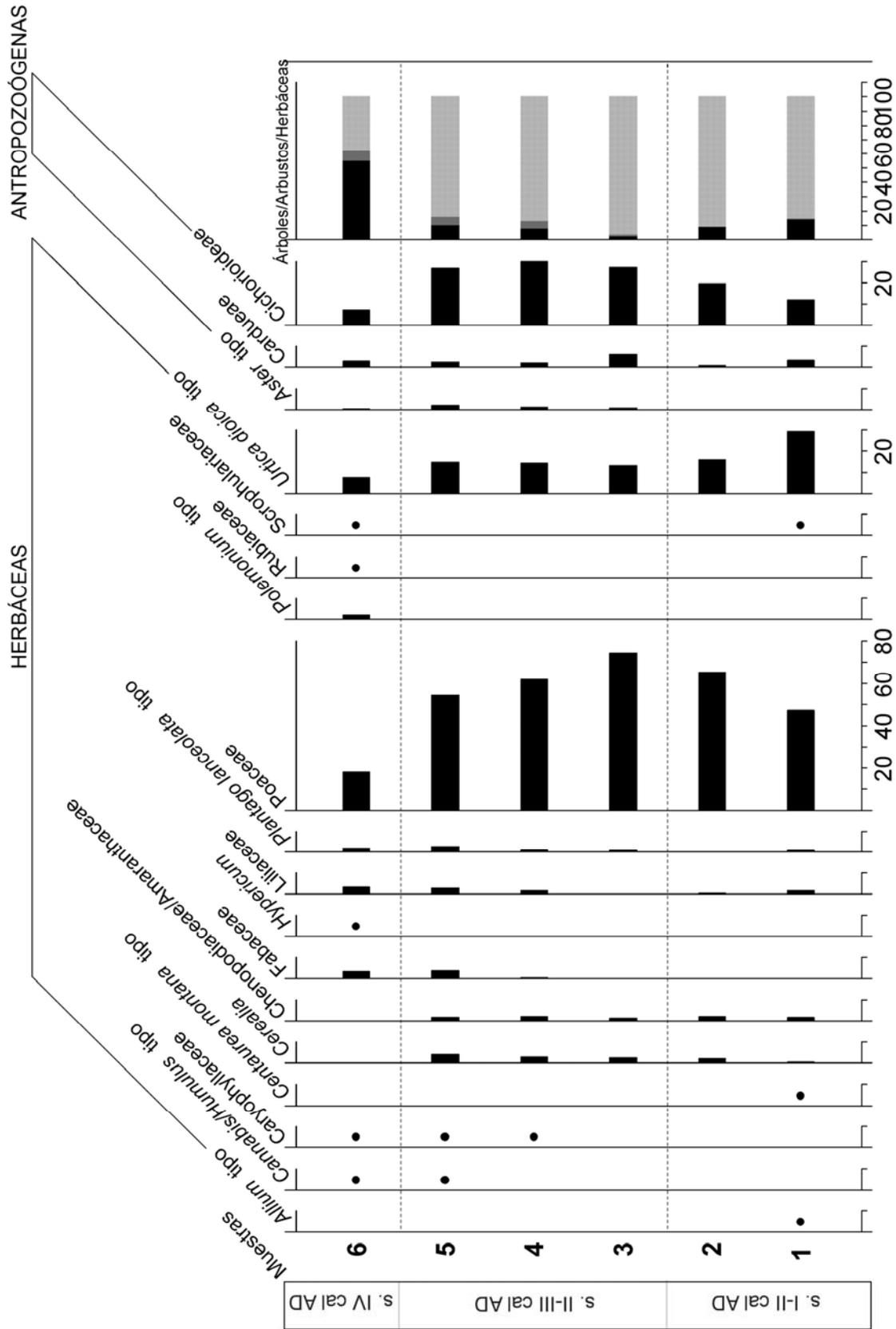


Figura 6.16b: Histograma polínico de porcentajes (herbáceas y antropozoógenas) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

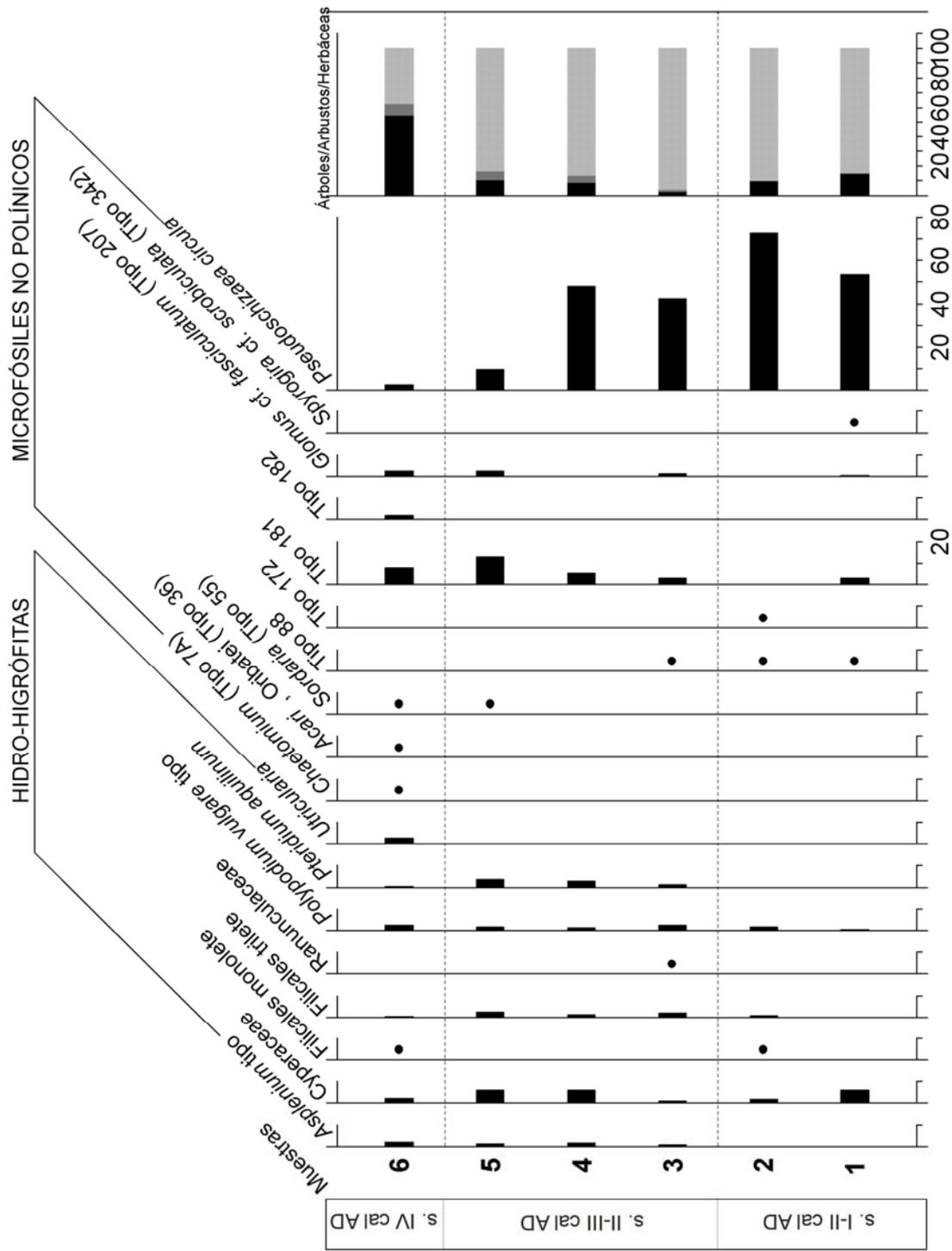


Figura 6.16c: Histograma polínico de porcentajes (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) de la columna E5 del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

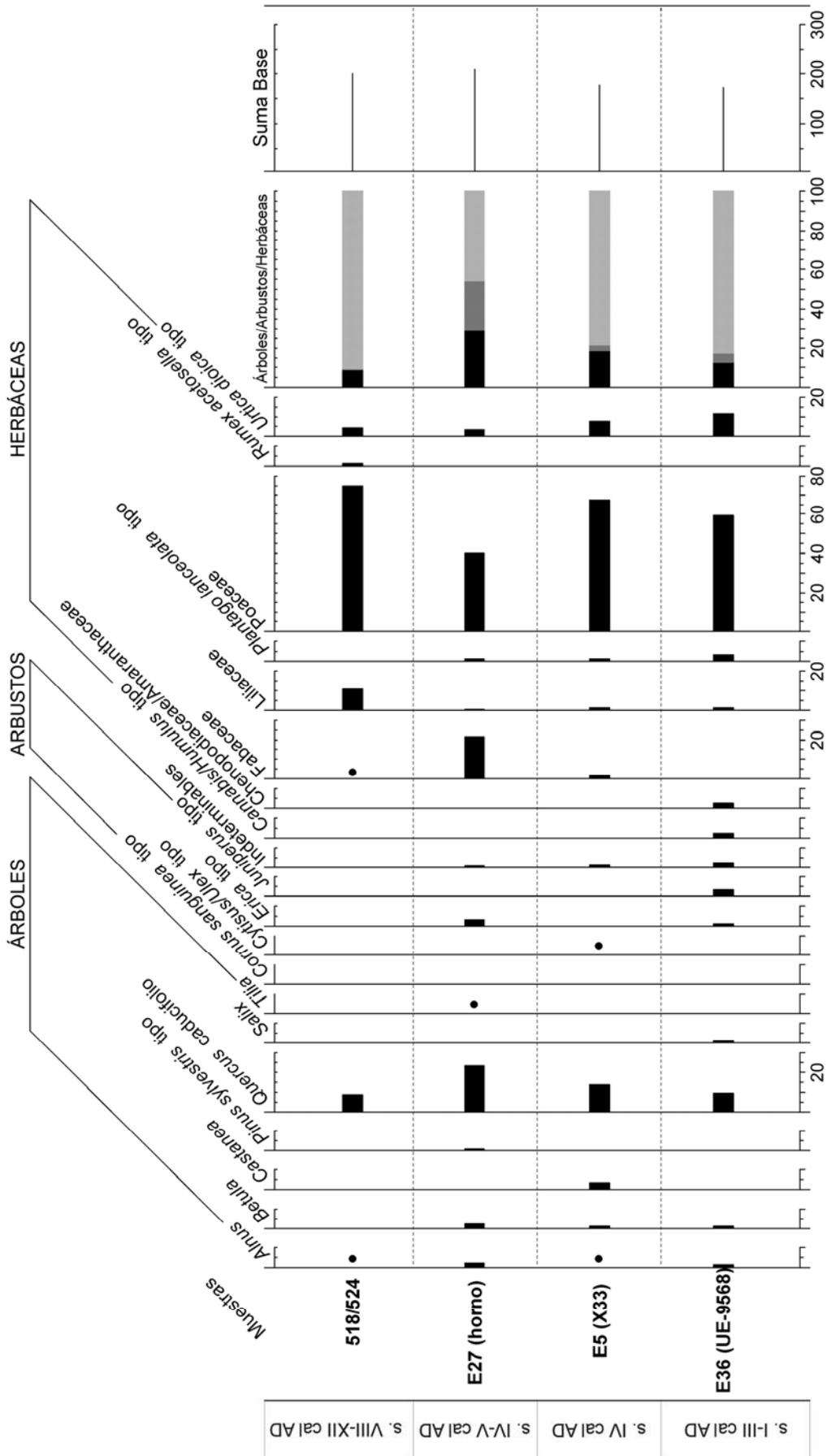


Figura 6.16d: Histograma polínico de porcentajes (árboles, arbustos y herbáceas) de cuatro muestras del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

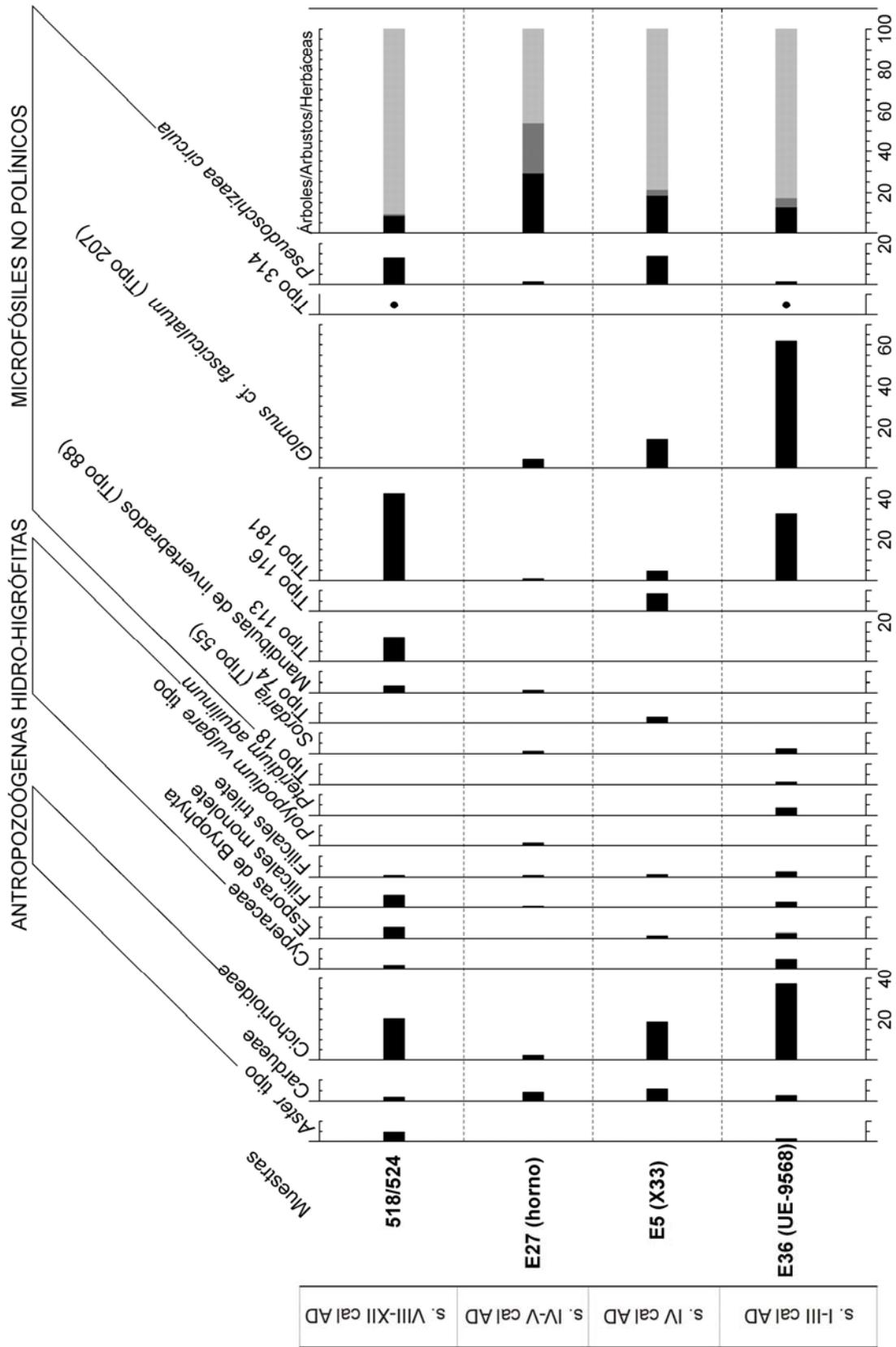


Figura 6.16e: Histograma polínico de porcentajes de antropozoógenas, hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos de cuatro muestras del yacimiento arqueológico de Veranes (VER). Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

Sin lugar a dudas, el dato más interesante que puede extraerse de los espectros polínicos de las muestras citadas es la documentación de polen de cereal (*Cerealia*) en las cinco (1 a 5) de la columna E5, con un 1.2% en la muestra 1 y más de un 3% en el resto. Al menos para las muestras 2 a 5, cuyos porcentajes superan el 3%, puede confirmarse la existencia de cultivos agrícolas, versados en el cereal, en el entorno inmediato al yacimiento (López Sáez & López Merino, 2005).

El alto porcentaje de *Pseudoschizaea circula* (47-75%) en E5, o de *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207) (61%) en E36, obedece a la existencia de procesos erosivos (López Sáez *et al.*, 2000), que podríamos relacionar tanto con el desarrollo de las actividades agrícolas antes citadas como de procesos derivados de la escasa cobertura arbóreo-arbustiva del área en este preciso momento. Además, el Tipo 181, identificado en todas las muestras (*ca.* 40% en E36), indicaría la existencia de remansos o acumulaciones de agua, con carácter meso-eutrófico, ricos en nutrientes (López Sáez *et al.*, 1998). En la cercanía de estos remansos se establecerían pastos húmedos poblados de Cyperaceae.

Siglos IV-V cal AD

La descripción de este marco cronológico, correspondiente al Bajo Imperio, es más delicada que en el caso anterior, ya que sólo se cuenta con la muestra superficial número 6 de la columna E5 (Figs. 6.16a-c), la de la zanja de sedimentación X33 de la estancia E5, y la del corte E27 del suelo del horno (Figs. 6.16d-e). La muestra 6 de la columna E5, cuya cronología correspondería a la segunda mitad del siglo IV cal AD, a diferencia de la

anteriores de este mismo perfil, muestra como el porcentaje de polen arbóreo se incrementa hasta superar el 50%, aunque en realidad tal incremento no obedezca a la proliferación del bosque regional, el robleal, sino a la reforestación con diversas especies de pinos, tanto resineros (*Pinus pinaster*) como posiblemente piñoneros (*Pinus halepensis-pinea* tipo). En todo caso, el porcentaje de ambos morfotipos de pinos es del orden del 20%, lo que implicaría que la repoblación de la comarca con pinares tuvo que efectuarse en un ámbito regional que no local. Aliso, avellano, chopos y robles siguen siendo las especies más características del bosque caducifolio, acompañadas ahora de tilos (*Tilia*). Se sigue confirmando el cultivo del nogal, así como la presencia puntual y en bajo porcentaje de castaño (*Castanea*).

La sobrerrepresentación del pino en E5 enmascara, en cierta manera, la realidad porcentual del bosque caducifolio, aunque como puede observarse en la muestra de X33, cuya cronología es también de la segunda mitad del siglo IV cal AD, el porcentaje de *Quercus* caducifolio es del orden de casi el 20%, lo que supondría una progresiva recuperación de las formaciones caducifolias a lo largo de este periodo. Estos hechos se corroboran perfectamente con la muestra de la columna E27 del horno, en la transición entre los siglos IV y V cal AD, en donde el porcentaje de roble está cercano al 30%, incrementándose también los de aliso y abedul.

Entre la flora herbácea se sigue confirmando la presencia de pastizales de gramíneas (Poaceae) dedicados a actividades pecuarias, así como de pastizales nitrófilos de origen antrópico, aunque ambos estrían mucho menos extendidos que en los siglos

anteriores ya que el bosque va recuperándose progresivamente. De hecho, en la muestra 6 de E5, Poaceae apenas representa el 20%, frente al más de 60% que representaba en los siglos precedentes. De igual manera, los palinomorfos indicativos de actividades pastorales, o simplemente de antropización del paisaje, se encuentran ahora muy reducidos, tanto *Plantago lanceolata* tipo y Chenopodiaceae/Amaranthaceae como *Urtica dioica* tipo, lo que supondría una presión pastoral bastante menor, al igual que Cichorioideae.

El porcentaje de *Pseudoschizaea circula* en E5 se reduce sensiblemente, por debajo incluso del 5%, de igual manera que *Glomus* cf. *fasciculatum* apenas está presente tanto en E27 como X33. Esta disminución de los indicadores de procesos erosivos podría explicarse por el mayor desarrollo de la cobertura arbórea, que reduciría sensiblemente los efectos de la erosión hídrica superficial, como, quizá, de una disminución muy importante de las actividades agrícolas en el entorno inmediato del yacimiento.

Al respecto de esto último, cabe señalarse que ni en la muestra 6 de E5, ni en las del X33 y E27 ha podido documentarse polen de cereal, lo que indirectamente nos podría hacer pensar en la ausencia de actividades agrícolas en el entorno próximo de Veranes entre los siglos IV y V cal AD. De momento, las evidencias palinológicas parecen apuntar en este sentido; aunque también es cierto que en la muestra de la UE 4651 del corte E30, cuya cronología es precisamente siglos IV-V cal AD, así como en las tres más superficiales del corte 542/536 (siglo IV cal AD), han sido identificados algunos pólenes de cereal. No debemos olvidar, no obstante, que estas

muestras no son significativas a nivel polínico, por lo que de obtener algún tipo de información de ellas únicamente podría afirmarse la procedencia regional de esos pólenes de cereal (López Sáez & López Merino, 2005).

Siglos VIII-XII cal AD

El registro paleoambiental de este marco cronológico puede ser únicamente inferido a partir de la muestra del corte 518/524 (Figs. 6.16d-e). Restringir a una única muestra un periodo tan amplio (cuatro siglos) limita, en gran medida, cualquier tipo de interpretación paleoecológica sobre el paisaje de Veranes en estos momentos.

El espectro polínico de esa muestra, en todo caso, ofrece un panorama paisajístico aún más deforestado que en los siglos precedentes, con una cobertura arbórea muy escasa de apenas el 9%, donde sólo están representados el aliso y el roble (8%), no existiendo estrato arbustivo. El dominio porcentual corresponde mayoritariamente a las formaciones herbáceas, en especial a los pastizales de gramíneas ya que Poaceae alcanza casi el 80% de la suma base. A parte de las anteriores, sigue confirmándose la importancia de la presión antrópica localizada en el entorno próximo del yacimiento, ya que palinomorfos nitrófilos como Cichorioideae, Cardueae, *Rumex acetosella* tipo o *Aster* tipo son importantes de nuevo. Aunque no se confirman actividades de agricultura, dada la ausencia de polen de cereal en esta muestra, sí es cierto que se advierte en el espectro polínico cierto tipo de presión pastoral, quizá incluso más importante que en siglos precedentes, ya que *Urtica dioica* tipo está presente, a la vez que aparece un microfósil no polínico

indicativo de tales actividades (López Sáez *et al.*, 2000) caso de *Sporormiella* (Tipo 113).

6.3.5. Interpretación y discusión de las muestras

El complejo rural altoimperial de Veranes: siglos I-III cal AD

Investigaciones sobre el complejo arqueológico de Veranes han puesto de manifiesto que en la fase flavia (segunda mitad del siglo I cal AD) ya estaba ocupado y en funcionamiento como un núcleo rural importante. Su fundación no fue exclusiva, ya que en todo el noroeste esta época supuso cambios importantes, inaugurándose una fase relativamente estable en la trama del poblamiento rural y asentamientos agropecuarios (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008; Orejas & Ruiz del Árbol, 2008).

Los datos polínicos relativos a esta fase fundacional, durante el Alto Imperio (siglos I a III cal AD), emprendidos en la *villa* de Veranes, muestran este asentamiento volcado en la explotación agropecuaria. El entorno del yacimiento poseería un paisaje enormemente deforestado, prácticamente sin árboles. Los escasos parches de vegetación arbórea corresponderían a rodales muy dispersos de especies caducifolias, principalmente de robles, acompañados de alisos, abedules, avellanos, fresnos y chopos; entre los cuales se intercalarían, de manera igualmente dispersa, elementos arbustivos propios de matorrales degradativos del bosque tipo enebros, tojos o brezos; e incluso se empezaría a plantar los primeros nogales. De hecho, como se traduce de la columna E5, aunque el paisaje estaba ya de por sí muy deforestado, fue

perdiendo cobertura forestal progresivamente desde los siglos I y II cal AD (muestras 1 y 2) a los siglos II y III cal AD (muestras 3, 4, y 5).

Lo que parece quedar claro del análisis de polen es que durante los siglos I-III cal AD el entorno de Veranes tenía un paisaje bastante despejado, dominado casi en exclusividad por formaciones herbáceas, por amplios pastizales de gramíneas, acompañadas tanto de elementos antropozoógenos presentes por la presión pastoral como de pastos nitrófilos en las zonas de mayor impacto humano. Además de ganadería, los datos palinológicos han permitido documentar actividades de cultivo de cereal. Éstas, con toda probabilidad, se llevarían a cabo en los prados inmediatos a donde se obtuvo la columna E5, ya que ha sido en ésta que no en la muestra del corte E36 donde se ha documentado polen de cereal. Tanto la existencia de actividades agrícolas, como la deforestación del paisaje, dieron lugar al desarrollo de procesos erosivos bastante evidentes. Dentro del funcionamiento de este tipo de comunidades, la producción de sus tierras sería la base para la aportación del tributo a pagar a Roma (Orejas & Ruiz del Árbol, 2008).

Los datos antes referidos a la paleovegetación de Veranes, entre los siglos I a III cal AD, podrían ser comparados con los procedentes del análisis polínico de las cercanas termas romanas de Campo Valdés (Cimadevilla, Gijón), estudiadas por Mariscal (1996), quien analizó cuatro muestras polínicas recogidas de las estancias A y E bajo el pavimento romano. No obstante, la autora de este estudio sólo tuvo en cuenta la muestra del corte sur de la estancia A, por ser la que aporta un mayor

contenido de palinomorfos y la más representativa, sin que haya noticia de los resultados derivados de las otras tres muestras; por lo que únicamente cabe señalar aquí que cualquier tipo de interpretación que quiera realizarse a partir de la única muestra resulta sumamente peligrosa y poco informativa (López Sáez *et al.*, 2003). Además, el número de palinomorfos identificados en esa muestra tampoco es suficiente, ya que es inferior a 200 granos y no se eliminaron de la suma base polínica ni las esporas de pteridófitos ni otros palinomorfos hidro-higrófitos que normalmente deben ser excluidos, como tampoco aquéllos de dispersión zoófila como muchas de las herbáceas antrópicas y/o ruderales que se mencionan, que suelen ser extraídos de la suma polínica en el caso de estudios arqueopalinológicos (López Sáez *et al.*, 2003). Todo lo anterior supone que el análisis palinológico de las termas romanas de Campo Valdés deba ser tomado con mucha precaución, tanto por los problemas tafonómicos inherentes a los yacimientos arqueológicos, como por la parquedad y forma de los datos presentados (como se expuso en el apartado de antecedentes). De todas maneras, el análisis de polen de esa única muestra ofrece un porcentaje de polen arbóreo relativamente alto (42,1%), totalmente opuesto a lo encontrado para Veranes, lo cual es lógico teniendo en cuenta la tipología del yacimiento, puesto que no es una zona de explotación agropecuaria. El resto de palinomorfos apenas aportan información.

La villa de Veranes en la fase tardorromana: siglos IV-V cal AD

A partir del siglo IV cal AD se produce una profunda reforma del asentamiento. Veranes vivió una etapa de

esplendor desde entonces hasta bien avanzado el siglo V cal AD. En esta transformación se desarrolla, a partir del complejo rural altoimperial, un complejo residencial multifuncional que refleja una nueva forma de control del territorio, de producción, de poblamiento y de fiscalidad (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008). Esta nueva forma de organización tuvo como resultado la consolidación de la aristocracia, reflejo de una sociedad muy jerarquizada, diluyéndose las relaciones con la autoridad romana y reforzándose los vínculos con los poderes locales. En resumen, se crea un centro aristocrático sobre el anterior establecimiento rural, suponiéndose un *fundus* (terreno del aristócrata dueño de la *villa* dedicado a la explotación agropecuaria) de mayores dimensiones y con diversas producciones diversificadas (Orejas & Ruiz del Árbol, 2008). En las excavaciones arqueológicas, para esta cronología bajoimperial, se documentan granero, horno, actividad siderúrgica, etc. (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008).

A lo largo de los siglos IV y V cal AD el paisaje del entorno de Veranes tardorromano comienza a reforestarse progresivamente, tanto por la recuperación del bosque caducifolio de robles y avellanos, con alisos y chopos, como por la plantación de diversas especies de pino, entre las que destaca el pino resinero y probablemente el piñonero, manteniéndose el cultivo del nogal y apareciendo el castaño. Ubicar espacialmente esos pinos procedentes de la repoblación es enormemente complicado, ya que sólo se detectan en la muestra 6 de la columna E5 que no por ejemplo en X33, siendo ambas muestras contemporáneas y estando situadas muy próximas entre ellas. Cabe únicamente pensar en una llegada

diferencial de los pólenes aeronavegantes de pino hacia E5 que no a X33, ya que esta última muestra corresponde a un relleno que quedó sellado y por lo tanto quizás no expuesto al aire, como la muestra 6 de E5, cuando polinizaron los pinos. Esta mayor cobertura arbórea del área de Veranes da lugar a que los procesos erosivos se reduzcan sensiblemente. De hecho, aunque la antropización del paisaje sigue siendo evidente, existiendo amplios pastizales de vocación antropozoógena, es verdad que éstos reducen su área de distribución como consecuencia de la progresión arbórea local de caducifolios, a la vez que también se reducen los pastos nitrófilos de origen antrópico. Precisamente en estos dos siglos, la Palinología no ha podido poner de manifiesto la existencia de actividades agrícolas en el entorno inmediato de Veranes, quizá, si cabe, en un ámbito regional. El cambio en el modelo del control del territorio puede explicar esta ausencia de polen de cereal en esta cronología, en un entorno dedicado a prácticas fundamentalmente agropecuarias, y es que las transformaciones en el uso del territorio favorecieron las grandes extensiones, una especie de latifundios, en las que los cultivos de cereal no tendrían que estar necesariamente al lado del complejo residencial, sino que podían ubicarse en zonas más lejanas. El complejo residencial sería más la zona donde vivía el aristócrata y con espacios además de representación, sala de audiencias, y de celebración de banquetes en el entorno inmediato (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008), más que agrícolas.

Veranes medieval: siglos VIII-XII cal AD

A partir del siglo VI cal AD, ya se había producido la desmembración del Imperio Romano. Las distintas estancias de

Veranes pierden parcialmente su función residencial, y se documentan actividades siderúrgicas. Aunque el papel fundamental que jugó el entorno desde entonces fue de centralidad religiosa, ya que sobre la *villa* se construyó la iglesia de San Pedro y Santa María y una necrópolis (Foto 6.10). El final de las *villae* refleja las transformaciones que experimentó la aristocracia entre la Antigüedad y la Edad Media.

No se posee información polínica para los siglos VI y VII cal AD, aunque en los siglos VIII a XII cal AD el entorno de Veranes sufre de nuevo un proceso decidido de deforestación, más intenso que el descrito entre los siglos I a III cal AD, reduciéndose sensiblemente el bosque caducifolio y desapareciendo todo vestigio de posibles repoblaciones regionales de pino. De hecho, tales eventos son tan pronunciados que ni siquiera permanece la cobertura arbustiva. El paisaje, en estos siglos, pasa de nuevo a estar dominado por amplios pastos de gramíneas con vocación ganadera, por pastos antrópicos y antropozoógenos, no existiendo evidencia alguna de cultivo de cereal. El análisis polínico llevado a cabo por Burjachs (2003) en Peñaferruz (Castillo de Curiel) demuestra, asimismo, que el proceso de deforestación del concejo de Gijón se continúa durante los siglos IX a XIII cal AD, como en Veranes, aunque en Peñaferruz el bosque caducifolio es más rico a nivel de especies (roble, abedules, avellanos, olmos, chopos) y la agricultura es una constante. Los análisis polínicos emprendidos en la turbera de Monte Areo, comentados en el apartado anterior de esta Tesis Doctoral, muy cercana de Veranes, muestran como a partir del 2220 ± 40 BP (387-197 cal BC) los bosques dominantes en el área fueron los robledales, ya que *Quercus* caducifolio alcanza hasta el 51.5%.



Foto 6.10. Detalle de una de las tumbas de la necrópolis medieval de Veranes.

Esta situación se mantiene más o menos inalterable hasta los siglos VI-VII cal AD (ca. 559-662 cal AD), cuando se produce un descenso general de todos los taxa arbóreos, aumentando las arbustivas y las herbáceas a la vez que el cereal supone el 5,6%. Estos datos demuestran que la antropización manifiesta del paisaje en Veranes fue un proceso concretizado exclusivamente en torno a este yacimiento durante los siglos I-V cal AD, pues en el mismo intervalo cronológico la zona de Monte Areo contaba en cambio con una densa cobertura forestal (robleal), mientras que ya en cronología medieval la antropización fue un hecho más generalizado en el área y no sólo en Veranes.

A partir del siglo VI cal AD, por tanto, la antropización pasa a ser una constante a nivel regional, no sólo, imaginamos, en Veranes sino también en Peñaferruz (Burjachs, 2003), deforestándose progresivamente el bosque y su cobertura de matorral, pasando a dominar el paisaje los pastizales con vocación ganadera. De Veranes no tenemos información paleoambiental respecto al intervalo comprendido entre los siglos VI y VII cal AD, pero los datos apuntados por la turbera de Monte Areo parecen confirmar el desarrollo de actividades agrícolas en otros puntos de la comarca. Esta deforestación parece ir incrementándose en los siglos posteriores a lo largo de la Edad Media.

6.3.6. Conclusiones

Los análisis paleopalinológicos emprendidos en la *villa* de Veranes dan cuenta, por tanto, de actividades agropecuarias manifiestas, especialmente la ganadería en todo su transcurrir cronológico. En el caso de la agricultura, los datos polínicos permiten afirmar la existencia de cultivo de cereal en el entorno próximo de Veranes al menos durante los siglos I a III cal AD; y quizá en un ámbito regional entre los siglos IV-V cal AD debido a cambios que se produjeron en la estructura del territorio, fundamentalmente en las formas de explotación y al incremento del *fundus* que rodeaba la *villa*, aunque también es cierto que la peculiar dispersión y producción polínica de los pólenes de cereal podría haber limitado la diagnosis de actividades agrícolas en estos dos últimos siglos (López Sáez & López Merino, 2005). Es probable que durante el Bajo Imperio existieran efectivamente campos de cultivo relacionados con Veranes, aunque deberían encontrarse a una distancia tal (superior a 100 ó 200 m) que impide que palinológicamente sea documentado polen de cereal.

Si bien durante el Alto Imperio el yacimiento de Veranes parece funcionar efectivamente como una entidad agropecuaria, la *villa* tardorromana bajoimperial no deja ver tan claramente tales actividades, al menos no la agricultura pero sí la ganadería, pero probablemente estas actividades se hicieran en un ámbito más regional, ya que las *villae* son, de por sí, espacios dedicados a actividades productivas. De hecho, es en época tardorromana cuando parece incentivarse la conservación del bosque, el robledal, a la vez que se acomete regionalmente la

reforestación con pinos. En este sentido, la investigación arqueopalinológica en Veranes puede ayudar a comprender los cambios en las estrategias de ocupación del territorio, los procesos históricos que han conformado el paisaje rural del área, y, más concretamente, los referidos a los modos de explotación de los recursos naturales. Por lo tanto, las conclusiones más importantes de este estudio, a modo de resumen, son:

- El cultivo de cereal en Veranes, *villa* fundamentalmente agropecuaria, que debió de ser continuado tanto en el Alto como en el Bajo Imperio, sólo se detecta palinológicamente durante el Alto Imperio (siglos I-III cal AD). Esto puede ser debido a que durante los primeros siglos de nuestra era los habitantes de la *villa* cultivaran en las inmediaciones de la misma; mientras que en período tardorromano (siglos IV-V cal AD), bajo un nuevo control del territorio, de poblamiento, de producción y de fiscalidad, el *fundus* de Veranes se hizo más grande, por lo que los cultivos debieron de establecerse más lejos de la zona residencial donde vivió el aristócrata dueño de la misma. Actividades ganaderas se identifican, no obstante, durante todo el período romano. Para cronología romana también se han detectado posibles plantaciones de castaños y nogales.
- El paisaje del entorno de Veranes ha estado sumamente deforestado y antropizado en época romana, ocupado principalmente por pastos de vocación ganadera. Aun así, durante los siglos IV y V cal AD se observa una pequeña recuperación

6. Resultados e interpretación de las secuencias

del bosque autóctono en las proximidades de la *villa*, y también una posible plantación tanto de pino resinero como de pino piñonero.

- En época medieval, la función residencial de Veranes se pierde,

construyéndose una iglesia y utilizando el espacio como necrópolis. El cultivo de cereal no se detecta, pero las actividades ganaderas se intensifican aun más, estando el paisaje muy abierto y deforestado.

6.4. Turbera interior de El Alto de la Espina

6.4.1. Introducción

Los estudios sobre la historia de la vegetación pueden ser concebidos como el resultado de la tensión existente entre accidentes históricos y el determinismo del sistema climático, es decir entre procesos aleatorios y no aleatorios (Carrión, 2002). En la búsqueda de explicaciones convincentes, sobre la distribución actual de la vegetación y los modelos de sostenibilidad del ecosistema, estudios detallados de secuencias paleopalinológicas pueden aportar información a tal respecto. Desafortunadamente, grandes zonas de la Península Ibérica cuentan aún con un número muy limitado de registros palinológicos para el Holoceno, muchos de los cuales son fragmentarios o su control cronológico es insuficiente. Éste es el caso de los valles y montañas interiores asturianos (López Sáez *et al.*, 2006b).

A parte del efecto del clima sobre la paleovegetación, la antropización del paisaje se ha sugerido también como un factor de control mayor de los cambios acontecidos en la vegetación holocena de la Península Ibérica, especialmente a partir de la Prehistoria reciente (Galop & López Sáez, 2002; López Sáez *et al.*, 2003). Las investigaciones paleoambientales en la zona cantábrica proceden, en general, de depósitos lacustres o higróturbosos, aunque en ningún caso éstas se han centrado en aspectos relacionados con la dinámica de la antropización desde un punto de vista espacial y diacrónico.

La historia de los paisajes en la *longue durée* (Galop, 1998) necesita de una

doble vertiente de conocimiento: de un lado aquélla del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente; de otro, la relacionada con la gestión social de un territorio. Si tenemos en cuenta los procesos naturales y sociales acontecidos, sucesivos e incluso interaccionantes, la investigación palinológica se posiciona, en la actualidad, como una disciplina de enorme valor que permite abordar la problemática de los procesos y ritmicidades de la antropización en un sentido diacrónico.

Pero igualmente es importante el papel del clima, ya que como se ha demostrado en los últimos años, diversas investigaciones de carácter paleoambiental, fundamentalmente de índole palinológica, están poniendo en evidencia la existencia de importantes cambios climáticos durante el Holoceno, la mayor parte de los cuales coinciden, cronológicamente hablando, con transiciones culturales reseñables de la Prehistoria reciente (véase Berglund, 2001; Weiss & Bradley, 2001; López Sáez *et al.*, 2008). Descartando el determinismo ambiental como la única causa explicativa de esta sincronía, ha de señalarse, no obstante, que resulta muy evidente la contemporaneidad cronológica entre dichos cambios climáticos y los respectivos culturales: la transición Calcolítico/Edad de Bronce coincide con el denominado evento climático del 4100 cal BP (Magny, 2004; Fabián García *et al.*, 2006); mientras que el tránsito entre las edades del Bronce/Hierro lo hace con otro cambio hacia el 2800 cal BP (van Geel *et al.*, 1996; van Geel & Berglund, 2000; López Sáez & Blanco González, 2005).

Centrándose ya en un ámbito más local, la minería de oro romana se produjo a ambos lados de la Cordillera Cantábrica, en

el cuadrante NO de la Península Ibérica, durante el Alto Imperio (siglos I-II cal AD). Las transformaciones geomorfológicas que produjo dejaron una clara huella sobre el paisaje, seguramente la de mayor impacto en la región hasta época muy reciente (Fernández Mier, 1996, 1999). La actividad minera romana se hizo de acuerdo con los intereses imperialistas de Roma, que exigían un amplio control sobre el territorio para poder imponer su modelo social y económico, de forma que, por primera vez en el noroeste, se produjo una ordenación de alcance regional. En ese contexto, la actividad minera se integra como un elemento catalizador en la explotación del territorio y como nuevo factor en la configuración de las formas de dependencia social. Los recursos puestos en explotación no son sólo los estrictamente auríferos, sino que incluyen desde otros de naturaleza mineral, pasando por los hidráulicos, hasta los de carácter agrario. Es decir, las zonas mineras romanas acabaron por contribuir de forma muy destacada a la configuración de un paisaje totalmente renovado, cuyas evidencias forman hoy paisajes culturales de gran interés por su potencial científico y de explotación racional comunitaria (Orejas & Sánchez-Palencia, 2002; Sánchez-Palencia *et al.*, 2006).

La zona occidental asturiana está ubicada en una de las cuencas mineras más notables en Época Romana. Las cuencas de los ríos Narcea y Navia poseen numerosos yacimientos auríferos que fueron explotados por los romanos (Fernández Ochoa, 1979; Perea & Sánchez-Palencia, 1998). La turbera del Alto de la Espina se sitúa entre ambas cuencas fluviales. Este hecho hace que paleoarchivos altamente susceptibles a los cambios, como son las turberas (Martínez Cortizas *et al.*, 2001), sean excelente

material para estudiar la incidencia de actividades antrópicas conocidas y evaluar su impacto sobre el territorio.

Este estudio tiene como objetivo el describir el paisaje y el impacto humano sobre el mismo en la zona de la turbera del Alto de la Espina (Foto 6.11), localizada en la zona interior asturiana. Este registro cubre los últimos 13 mil años, aunque posee un hiato para el Holoceno inicial, y está localizado en una zona conocida por su explotación minero-metalúrgica desde la Antigüedad.

6.4.2. Área de estudio

La turbera del Alto de La Espina se localiza en el concejo de Salas, en los valles interiores de la zona centro-occidental asturiana, estando cerca de las poblaciones de Salas, La Espina y Tineo (coordenadas: 43° 22' 52.2'' N, 6° 19' 38.4'' O) (Fig. 6.17 y Foto 6.12). El Alto de la Espina se encuentra en el piso montano, a unos 650 m de altitud, dentro de un ombroclima húmedo.

En general, el territorio salense presenta en conjunto una orografía montañosa y homogénea; pertenece a la unidad estructural herciniana llamada Antiforme del Narcea, constituida por cuarcitas y pizarras, que entra en contacto con los materiales de la cuenca del Duero. Esta unidad, muy erosionada, fue levantada en bloque por las fases tectónicas terciarias y atacada de nuevo por la erosión diferencial, con lo cual, debido a la naturaleza del roquedo, configura un sistema de serranías planas y poco elevadas (600-800 m).

El bosque de este concejo poco se parece al paisaje primitivo de especies



Foto 6.11: Vista de la turbera del Alto de la Espina, donde pueden verse caballos pastando al fondo.

caducifolias que lo debieron haber ocupado, formado por robles (*Quercus robur*), abedules (*Betula alba*), y por el castaño (*Castanea sativa*). De las tres especies, tan sólo el castaño forma masas boscosas importantes en las laderas de umbría y en las vaguadas, quedando como vestigio del monte de robles pequeñas manchas puras como la de San Pedro de Mallecina o en asociación con el castaño. Los abedules son también escasos, nunca formando masas importantes. El espacio natural de estas especies ha sido ocupado por dos especies de pinos, *Pinus radiata* y *P. sylvestris*, y también por *Eucalyptus globulus* para la industria papelera.

El uso de algunas laderas para el cultivo también ha ido en detrimento del bosque autóctono, ya que se ha convertido

progresivamente en erial de pasto. En las zonas bajas de las vegas fluviales abundan árboles característicos de estas zonas, como lo son los arces, los fresnos, los alisos, los chopos y los sauces.

La zona del Alto o Puerto de la Espina consiste en un complejo de numerosas turberas. Estas formaciones higroturbosas son de esfagnos (*Sphagnum* sp.) y están cercanas a formaciones de carbayedas con algunas hayas (*Fagus sylvatica*) dispersas. Entre las plantas que destacan en la turbera encontramos musgos del género *Sphagnum*, brezos (*Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana* y *E. tetralix*), y herbáceas como *Mentha rotundifolia*, *Dactylorhiza maculata*, *Digitalis purpurea*, *Polygonum amphybium* y diversas especies de *Scirpus* y *Festuca*.



Figura 6.17: Localización de la turbera del Alto de la Espina.



Foto 6.12: Vista aérea de la turbera del Alto de la Espina, donde se indica la zona de muestreo.

6.4.3. Material estudiado

El sondeo de la turbera del Alto de la Espina se llevó a cabo con el empleo de una sonda rusa, obteniéndose un testigo sedimentario de 215 cm de profundidad. El testigo se laminó cada un cm. De las muestras obtenidas se procesaron y estudiaron 152 en total, a intervalos de 1 ó 2 cm. Estas mismas muestras fueron utilizadas para el cálculo de su diversidad polínica por medio del análisis de rarefacción.

Antonio Martínez Cortizas y José Rodríguez Racedo, del Grupo de Estudios Ambientales del Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Biología de la Universidad de Santiago de Compostela, han llevado a cabo el estudio geoquímico de la turbera. Gracias a su colaboración, en esta Tesis Doctoral se presenta una parte sintética del mismo. Este estudio ofrece un gran potencial para la reconstrucción paleoambiental, ya que de él

puede extraerse información sobre condiciones climáticas, procesos geomórficos (erosión del suelo), contaminación atmosférica (deposición de metales pesados), así como el papel desempeñado por las actividades humanas como inductoras de los cambios (forzamiento antropogénico) (Martínez Cortizas *et al.*, 2001, 2002b).

Un total de 19 dataciones radiocarbónicas, todas ellas AMS, se han efectuado en este registro, datándose directamente el sedimento (Tabla 6.4). Se han utilizado 12 de ellas para elaborar un modelo de edad-profundidad que fuera coherente con la mayoría de las dataciones; para ello se han tenido en cuenta tanto las características sedimentarias y geoquímicas como los datos polínicos. Este paso ha sido importante, puesto que se ha identificado un hiato para el Holoceno inicial y una zona de alta tasa de sedimentación en Época Romana (Fig. 6.18).

Referencia laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Método	Datación ¹⁴ C BP	Edad calibrada cal BP (2σ)	Punto de mayor probabilidad cal BP	Edad calibrada cal BC/AD (2σ)
Ua-34496	27	turba	AMS	101.8 ± 0.5 Pm	~	~	~
CNA090	41	turba	AMS	1160 ± 45	963-1223	1079	727-987 cal AD
Ua-32077	50-51	turba	AMS	1690 ± 40	1524-1701	1598	249-426 cal AD
Ua-34497	61-62	turba	AMS	1615 ± 35	1409-1596	1494	354-541 cal AD
Ua-34498	70-71	turba	AMS	1590 ± 35	1400-1548	1470	402-550 cal AD
Ua-34499	80-81	turba	AMS	1695 ± 30	1534-1694	1599	256-416 cal AD
Ua-34500	87	turba	AMS	1930 ± 35	1814-1987	1879	38 cal BC-136 cal AD
Ua-32078	90-91	turba	AMS	2320 ± 40	2162-2460	2340	511-213 cal BC
Ua-32239	101-102	turba	AMS	2185 ± 40	2066-2330	2223	381-117 cal BC
Ua-32079	130-131	turba	AMS	2705 ± 40	2750-2873	2808	924-801 cal BC
CNA184	140	turba	AMS	3390 ± 45	3482-3820	3636	1871-1533 cal BC
CNA091	150	turba	AMS	4165 ± 45	4539-4837	4704	2888-2590 cal BC
Ua-34501	154-155	turba	AMS	3090 ± 35	3218-3381	3313	1432-1269 cal BC
CNA183	160	turba	AMS	4610 ± 40	5075-5467	5387	3518-3126 cal BC
Ua-34502	171-172	turba	AMS	6345 ± 50	7169-7416	7281	5467-5220 cal BC
Ua-34503	189-190	turba	AMS	7170 ± 55	7869-8158	7989	6209-5920 cal BC
Ua-32080	198-199	turba	AMS	7270 ± 55	7978-8180	8091	6231-6029 cal BC
CNA092	206	sedimento	AMS	10712 ± 52	12674-12843	12777	10894-10725 cal BC
Ua-32240	213-214	sedimento	AMS	9370 ± 70	10299-10769	10593	8820-8350 cal BC

Tabla 6.4: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la turbera del Alto de la Espina. Se han realizado tanto en The Ångström Laboratory (Uppsala Universitet, Suecia) como en el Centro Nacional de Aceleradores (C.S.I.C., Sevilla).

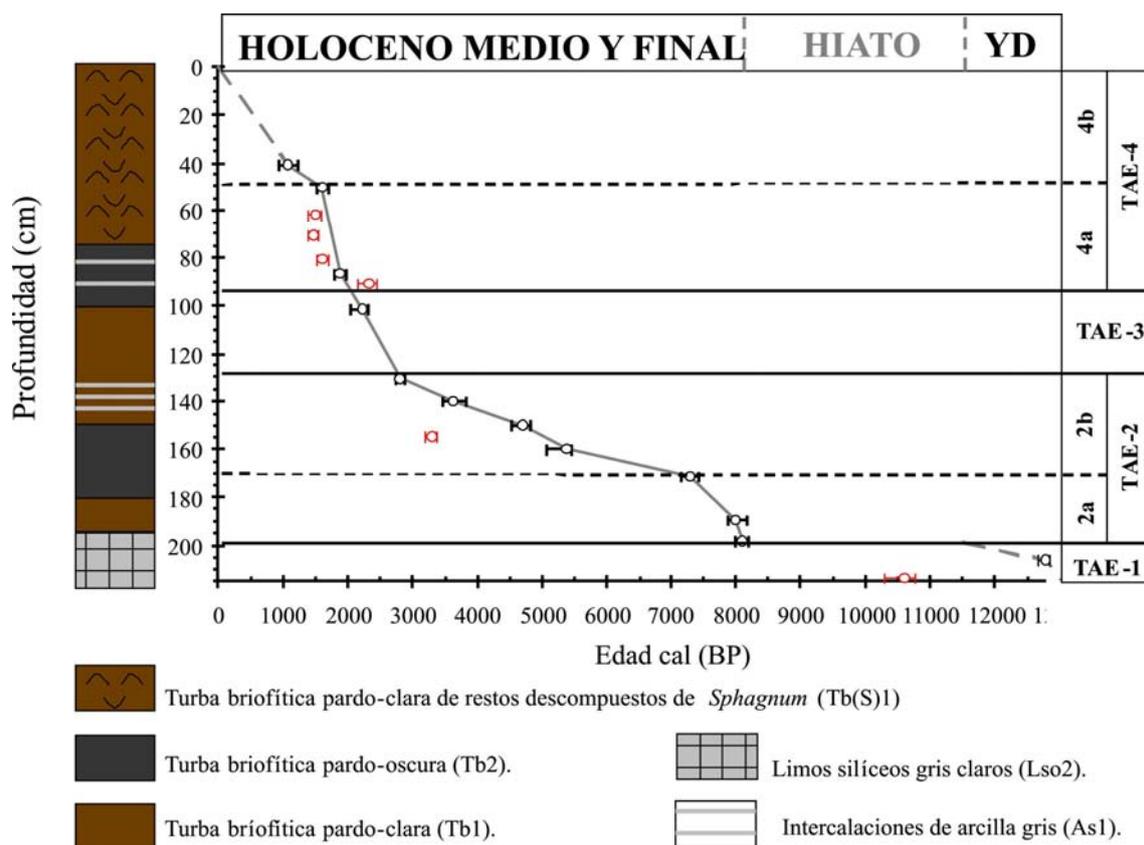


Figura 6.18: Modelo de edad-profundidad para la turbera del Alto de la Espina. Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que las tramas discontinuas son extrapolaciones, la superior considerando el techo de la turbera con una edad de 0 cal BP, y la inferior considerando que el sedimento inorgánico cubre todo el *Younger Dryas*. En color rojo están las dataciones que se han considerado reversas y que no se han usado para la elaboración del modelo de edad-profundidad.

6.4.4. Resultados

En la Fig. 6.19 se sintetizan los principales cambios geoquímicos detectados en el registro del Alto de la Espina mediante el empleo de tres indicadores: el contenido en carbono (%), como *proxy* del contenido de materia orgánica; las puntuaciones del primer componente principal (PC1) del análisis factorial llevado a cabo utilizando la composición elemental (27 elementos químicos determinados por fluorescencia de rayos X), como indicador del contenido mineral (a este componente se asocian elementos litogénicos como Si, Al, Ti, Zr,

Ga, Sr, Y, Nb y Th), los valores superiores a 0.5 indican predominio de la materia mineral y valores inferiores predominio de la materia orgánica; y el factor de enriquecimiento en plomo (Pb, FE), como indicador de la intensidad de actividades minero-metalúrgicas. Los dos primeros indicadores muestran variaciones opuestas que revelan la compleja evolución de la turbera del Alto de la Espina, identificándose cuatro fases principales. El tercer indicador, el factor de enriquecimiento en plomo, muestra tres niveles en los que la señal sugiere contaminación antropogénica: entre 85-51 cm, a los 125 cm, y los 25 cm superficiales.

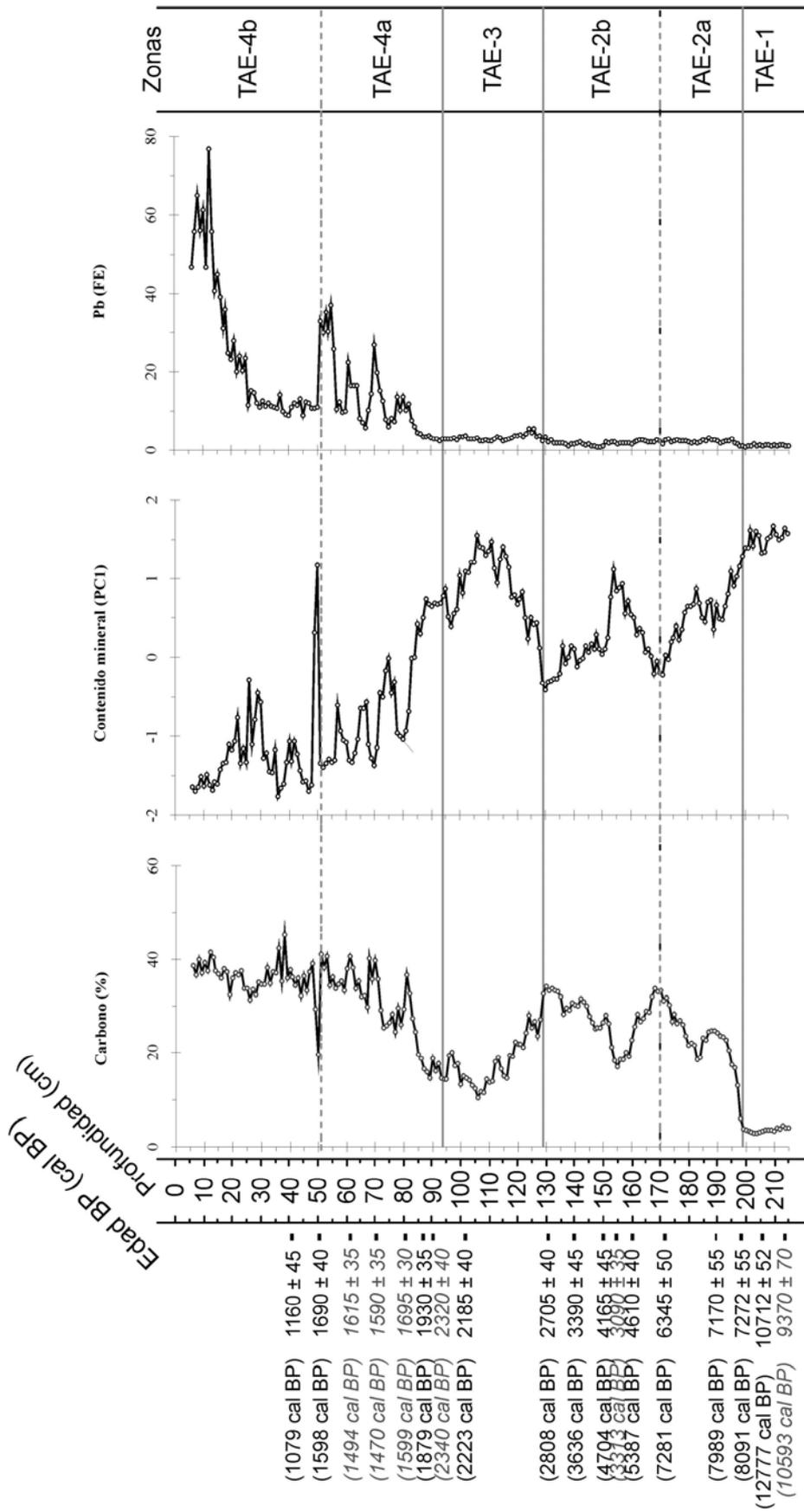


Figura 6.19: Síntesis de los resultados geoquímicos de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

Las dataciones del registro turboso del Alto de la Espina quedan recogidas en la Tabla 6.4. En el gráfico del modelo de edad-profundidad, junto con las características sedimentológicas (Fig. 6.18) y el resumen de los análisis geoquímicos (Fig. 6.19), pueden observarse varias características. La primera de ellas es que el registro sedimentario se inició hace *ca.* 13000 años cal BP, siendo el sedimento de características minerales con poco contenido en materia orgánica. Este sedimento inorgánico continúa hasta los 199 cm. Posteriormente se produce el inicio de la formación de la turbera, en fechas inmediatamente posteriores al evento 8200 cal BP (7270 ± 55 BP, 8182-7978 cal BP; 7170 ± 55 BP, 8158-7869 cal BP). Se ha descartado la datación a los 206 cm de profundidad de 10712 ± 52 BP (12843-12674 cal BP) por no ser coherente con las tres posteriores, y por las características inorgánicas del sedimento y los resultados palinológicos (que se verán a continuación), que concuerdan más con la adscripción de los primeros centímetros del registro a momentos previos al Holoceno, concretamente al *Younger Dryas*. La segunda característica es que la turba comenzaría a formarse, como se ha comentado, tras el evento 8200 cal BP, por lo que el Holoceno inicial (desde 11500 hasta 8200 cal BP) no quedaría recogido en el registro del Alto de la Espina, existiendo un hiato para dicha cronología debido, posiblemente, a su erosión durante el citado evento. Una tercera característica sería el cambio en la velocidad de sedimentación en la parte holocena de la secuencia: hasta *ca.* 2040 cal BP y posterior a *ca.* 1600 cal BP ésta es lenta, mientras que en ese intervalo se produce un aumento en la velocidad de sedimentación, coincidente con cronología romana. En resumen, la turbera del Alto de la Espina recoge el *Younger Dryas*, posee un

hiato para el Holoceno inicial, y recoge el Holoceno medio y final, poseyendo una zona de sedimentación muy rápida durante el Período Romano.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, junto con la zonación polínica elaborada por el paquete TILIA gracias al CONISS, se han diferenciado 4 zonas polínicas. Los diagramas polínicos de porcentajes y concentraciones quedan recogidos en las Figs. 6.20a-d y Figs.6.21a-g, mientras que el gráfico de rarefacción se muestra en la Fig. 6.22.

ZONA TAE-1 (215-199 cm)

Esta zona corresponde a los primeros 16 centímetros basales de la secuencia y se enmarca cronológicamente entre *ca.* 13000-11500 cal BP. Los estudios geoquímicos muestran un sedimento mineral con un contenido moderado de materia orgánica (media de 3.5% de carbono); mientras que palinológicamente se caracteriza por tener los porcentajes arbóreos más bajos de toda la secuencia (<30%). Entre el débil estrato arbóreo destaca, sobre todo, *Pinus sylvestris* tipo (5.4-13.4 %), aunque también aparecen mesófilos como *Betula* (1.7-5.3%), *Corylus* (4.7-7.4%) y *Quercus caducifolia* (2.9-6.3%). Destacable es la aparición, aunque con bajísimos porcentajes, de *Castanea*, *Fagus*, *Quercus perennifolia* y *Pinus pinaster*. El estrato arbustivo apenas está representado, siendo únicamente destacable *Erica* tipo (1-3.5%). Los porcentajes herbáceos son los que dominan esta zona, con porcentajes entre un 68 y un 78%. Entre estas herbáceas dominan mayoritariamente Poaceae (41.7-48%) y Fabaceae (16.2-26.5%), aunque también son significativas las apariciones de Cardueae (<2.9%), *Aster*

6. Resultados e interpretación de las secuencias

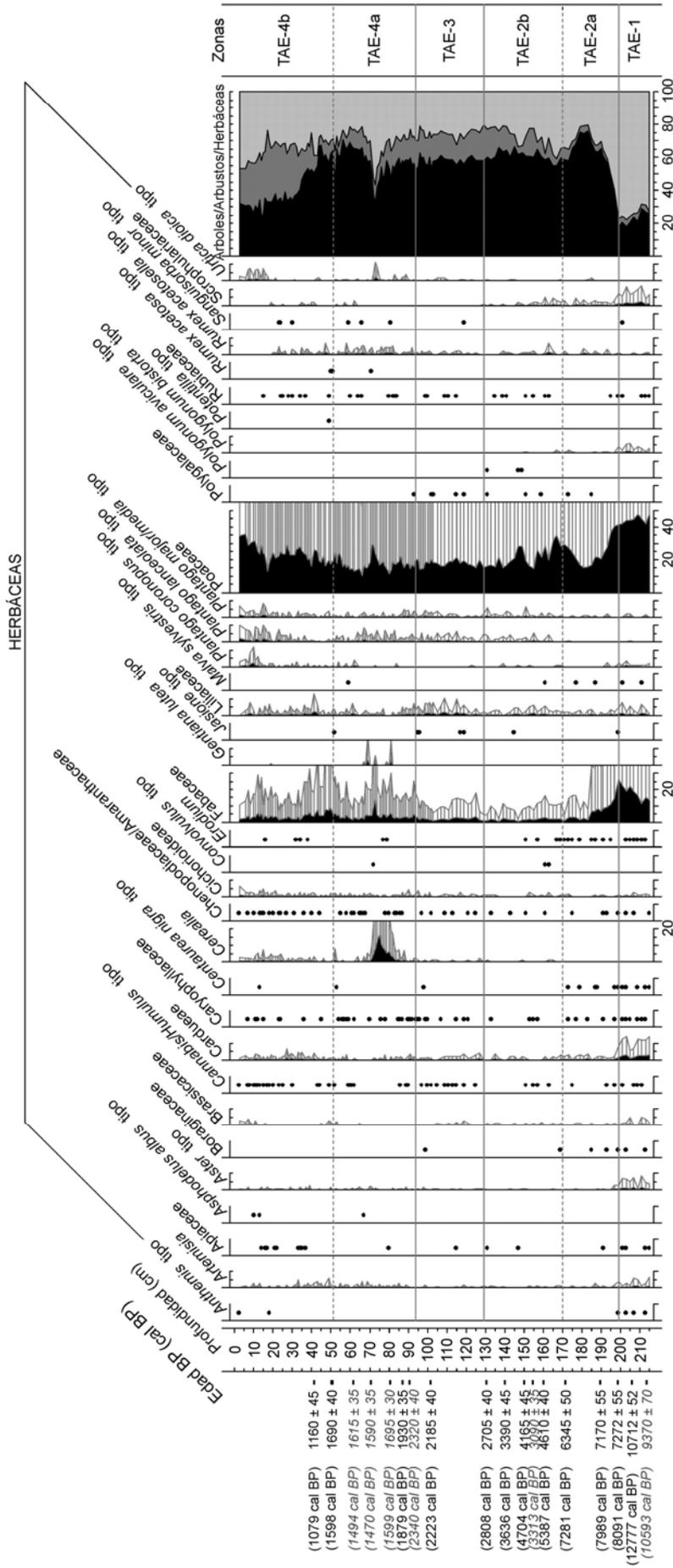


Figura 6.20b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

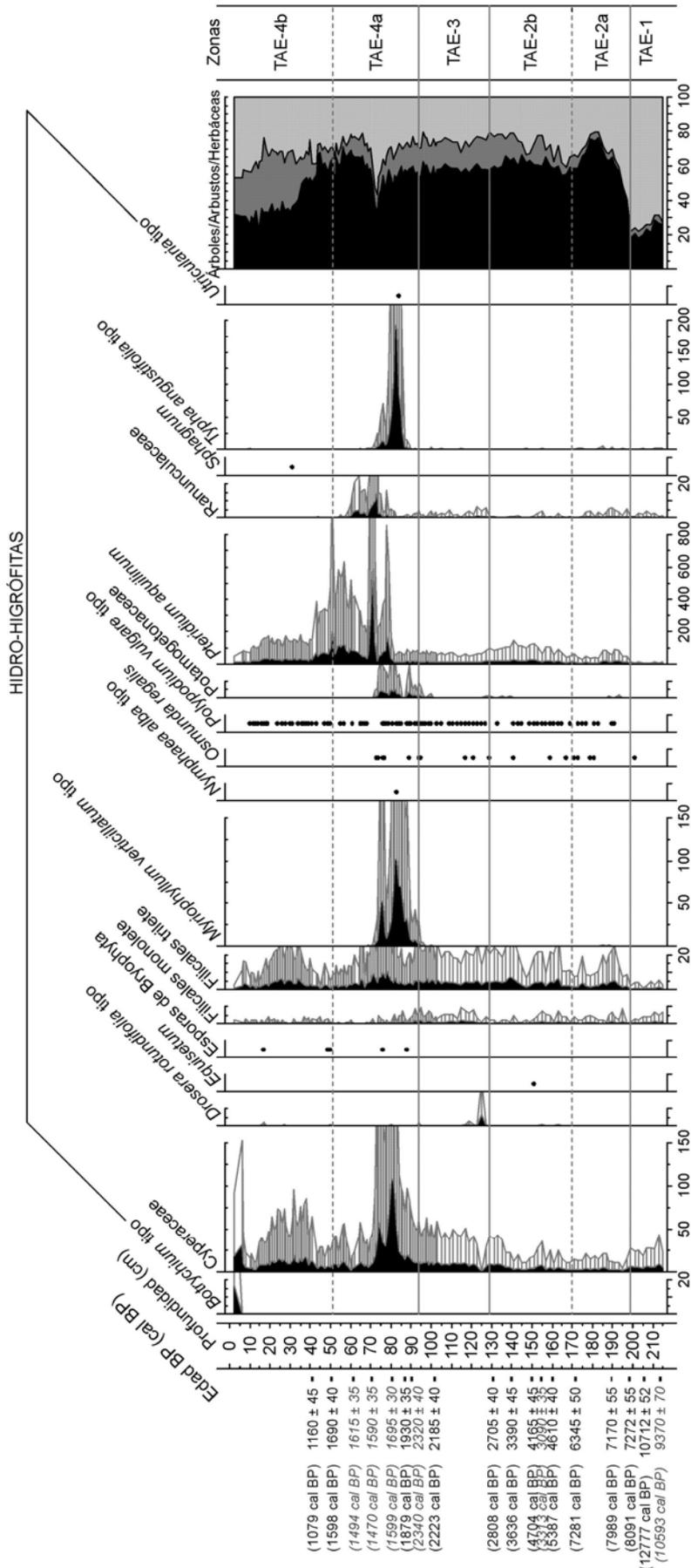


Figura 6.20c: Diagrama polímico de porcentajes (hidro-higrófitas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

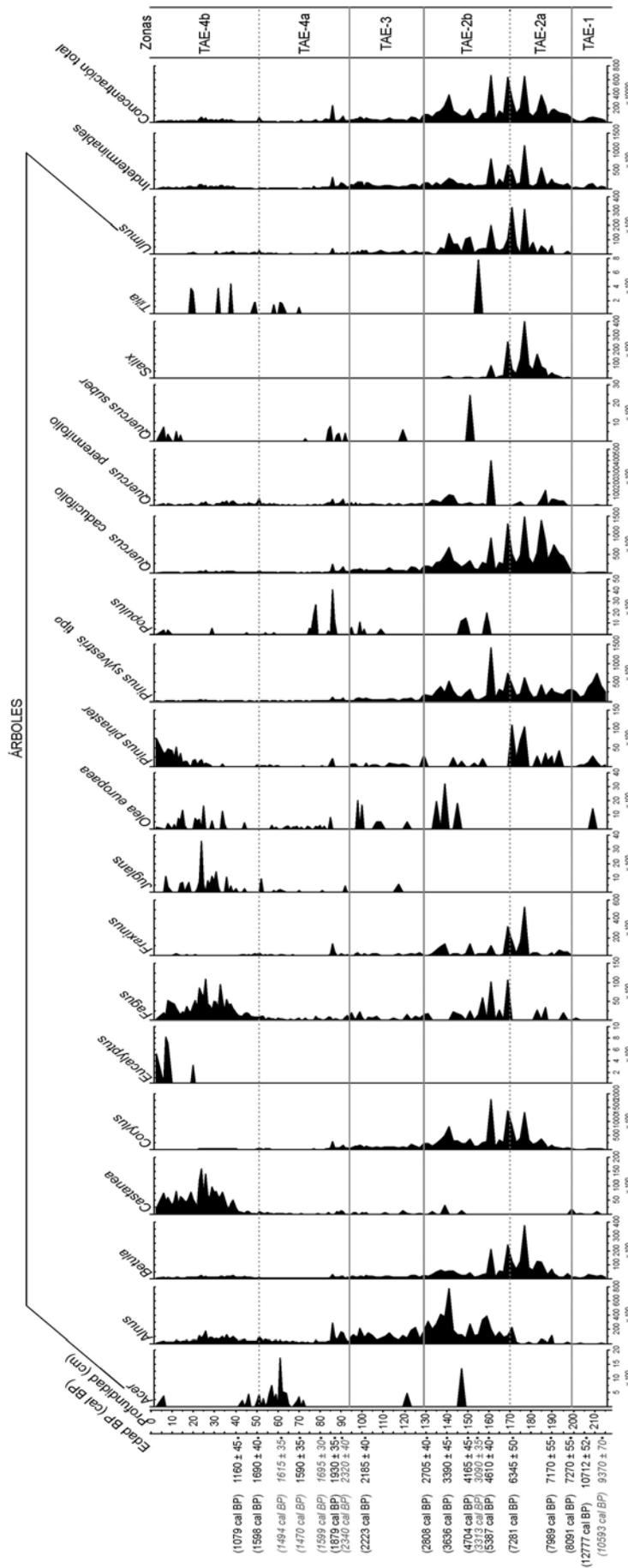


Figura 6.2.1a: Diagrama polínico de concentraciones (árboles y concentración total) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

6. Resultados e interpretación de las secuencias

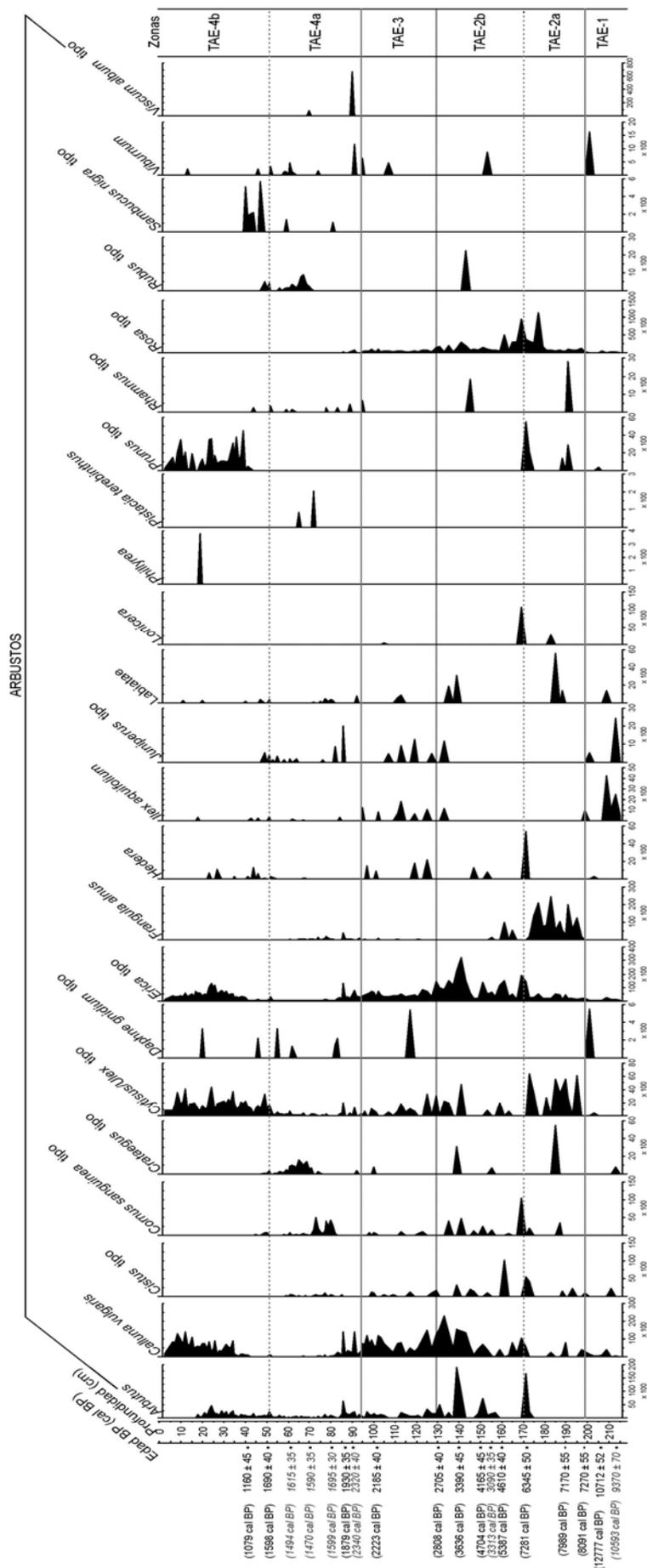


Figura 6.21b: Diagrama polínico de concentraciones (arbustos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

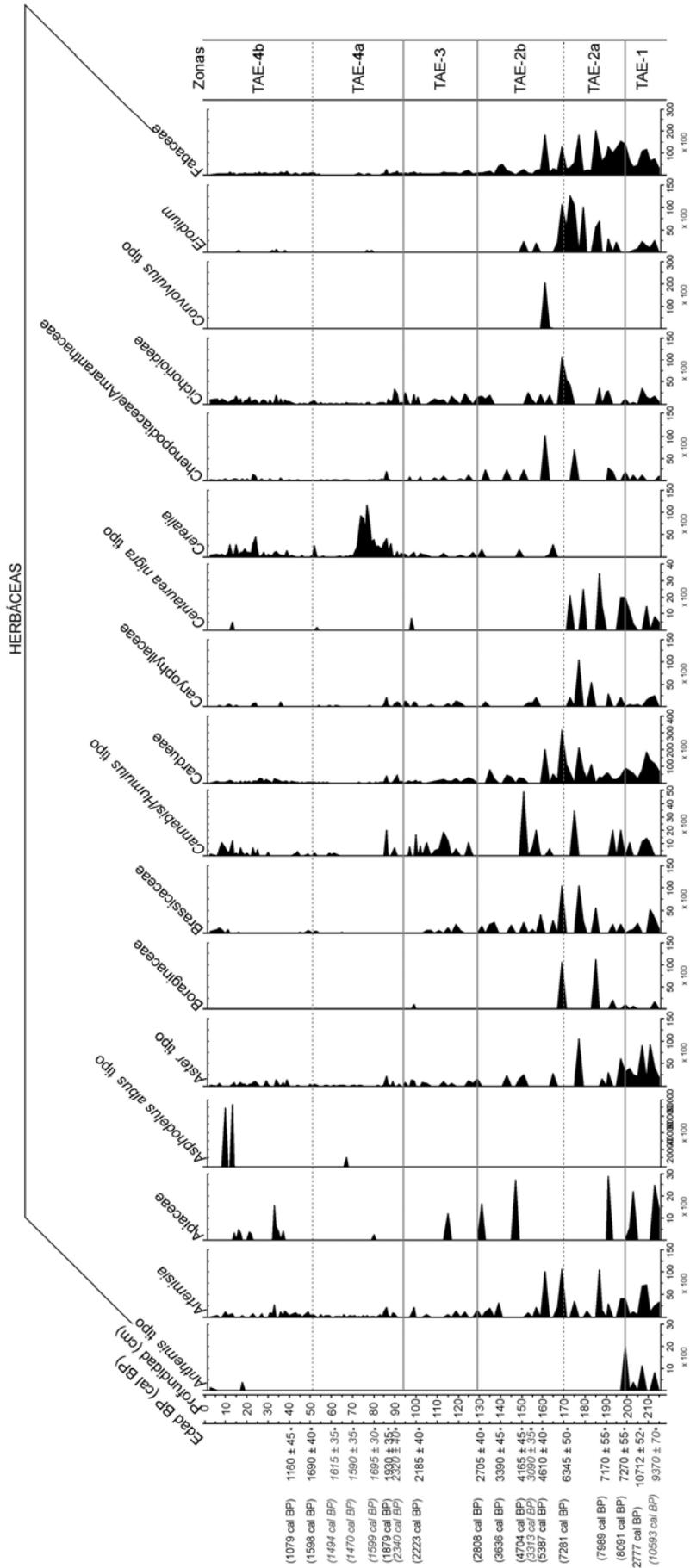


Figura 6.21c: Diagrama polimétrico de concentraciones (herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

6. Resultados e interpretación de las secuencias

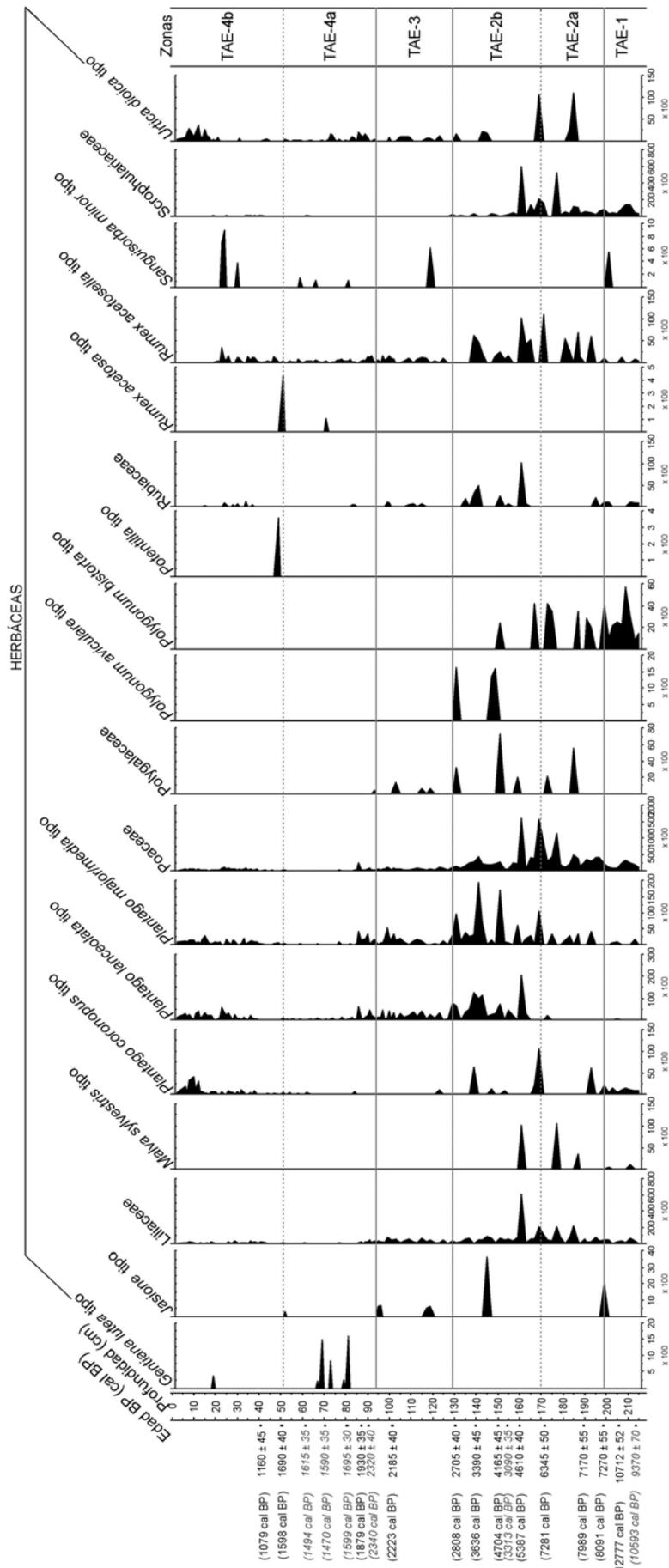


Figura 6.21d: Diagrama polínico de concentraciones (continuación de herbáceas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

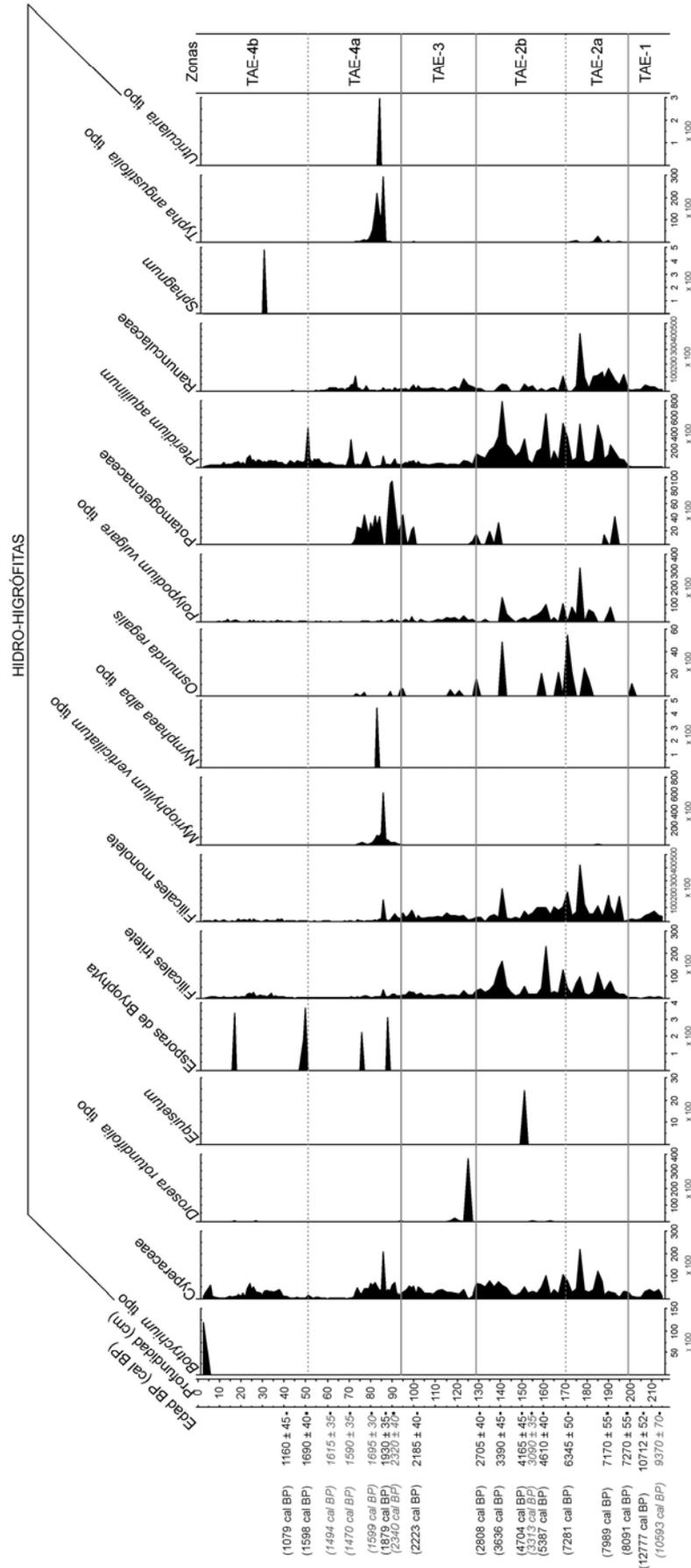


Figura 6.21c: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-higrófitas) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

6. Resultados e interpretación de las secuencias

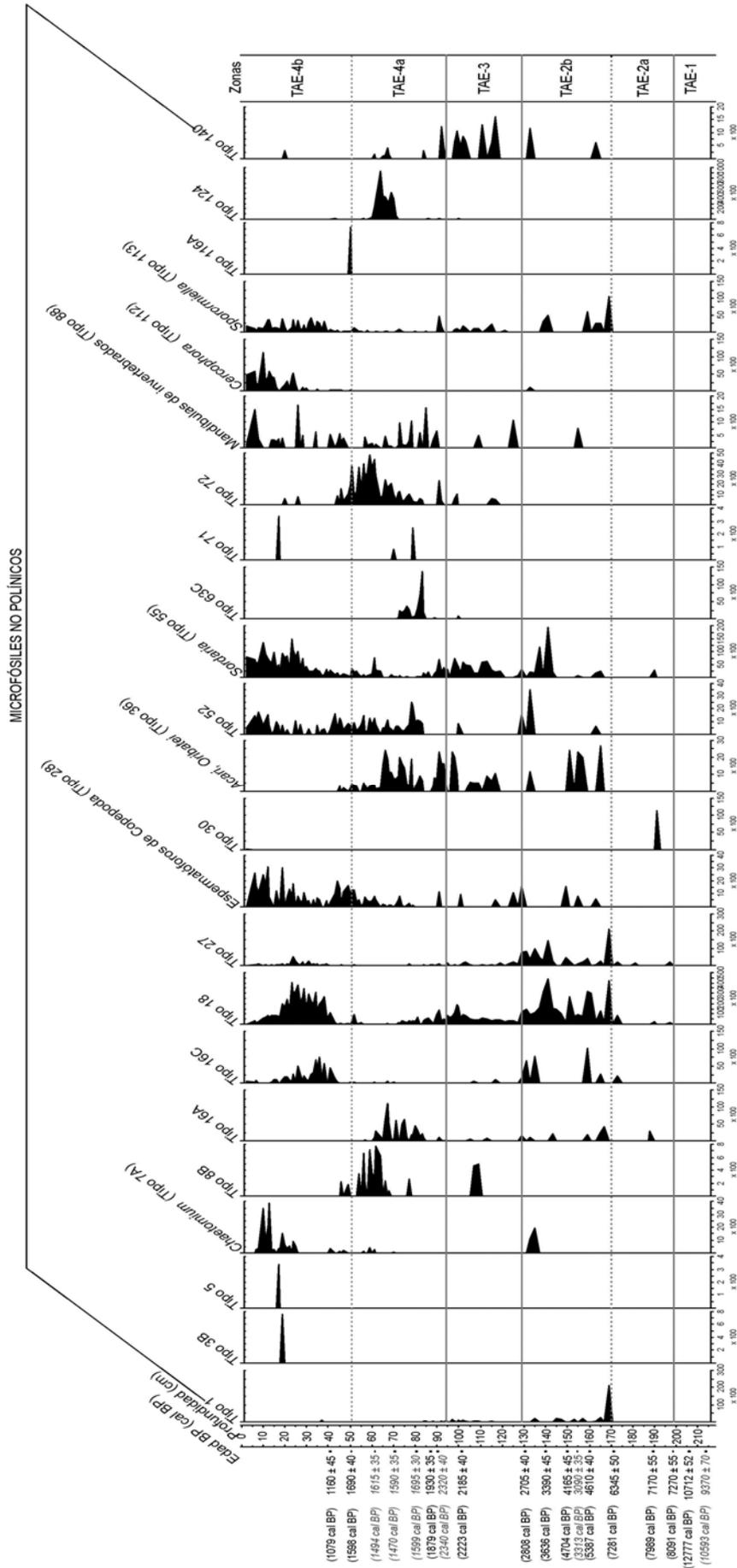


Figura 6.21f: Diagrama polínico de concentraciones (microfósiles no polínicos) de la turbera del Alto de la Espina (TAE).

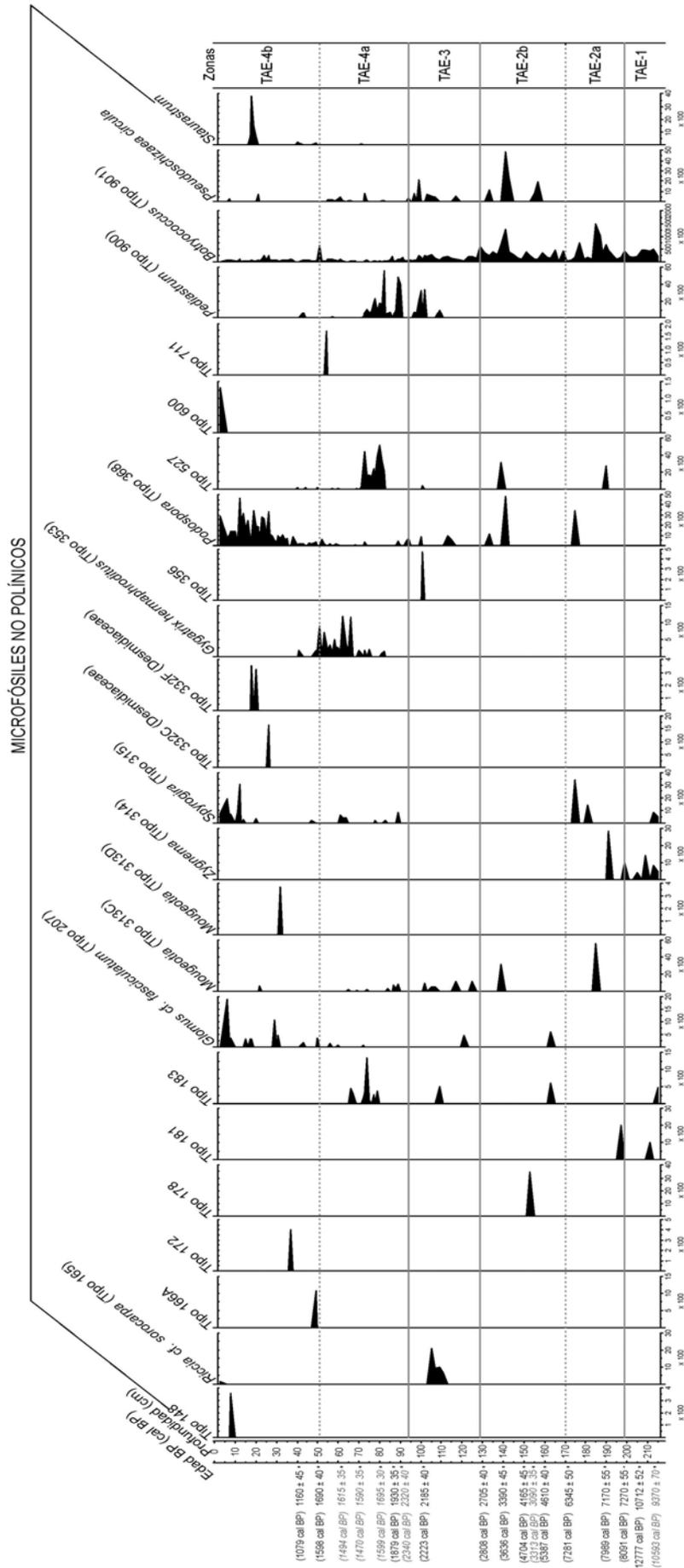


Figura 6.21g: Diagrama polínico de concentraciones de microfósiles no polínicos (continuación de la turbera del Alto de la Espina (TAE)).

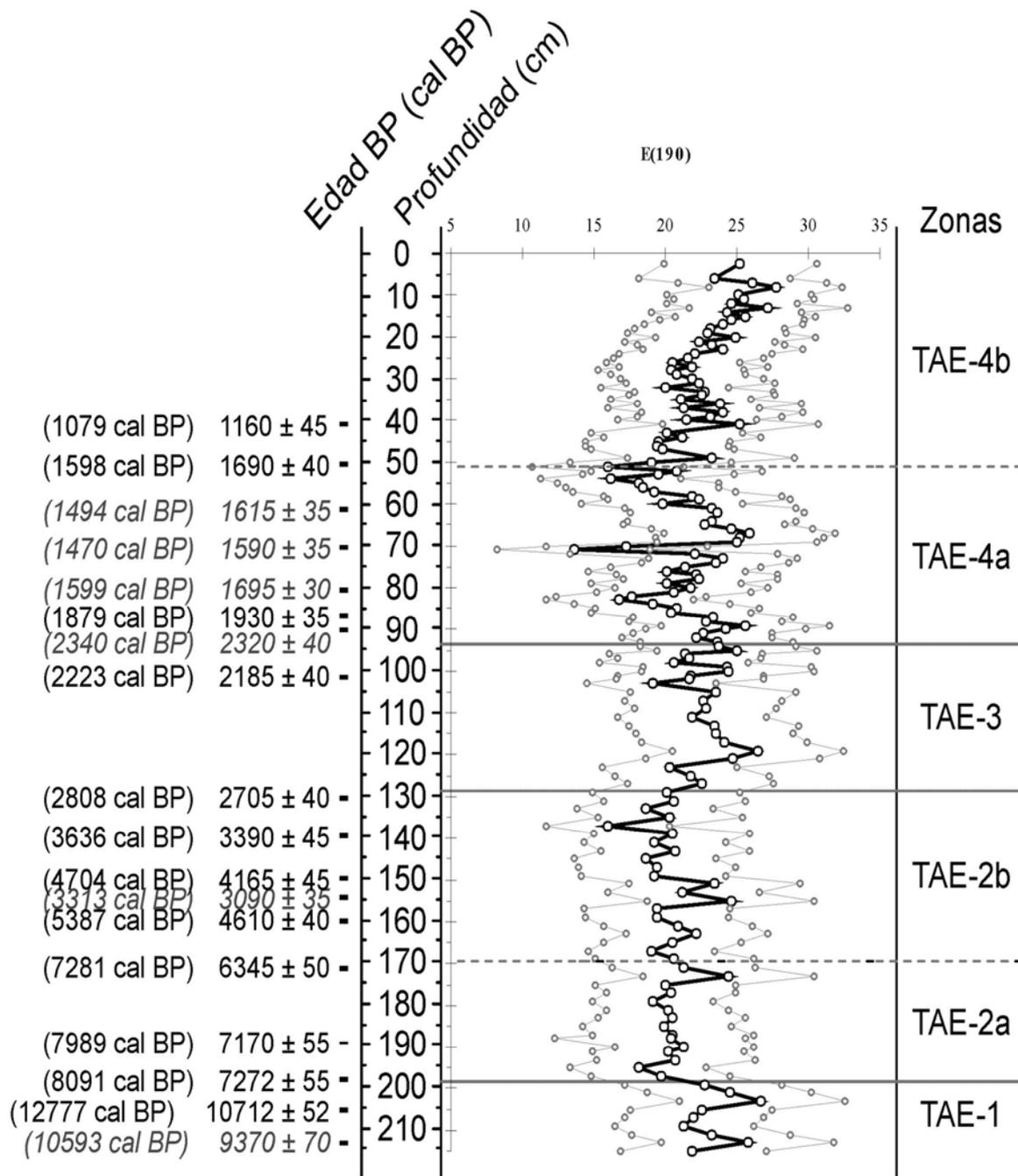


Figura 6.22: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el Alto de la Espina cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.

tipo (<1.7%), *Artemisia* (<1.4%) y Scrophulariaceae (<2.5%). El componente hidro-higrófito tiene escasa importancia; mientras que entre los microfósiles no polínicos sólo es destacable *Botryococcus* (Tipo 901) (<10.8%). Los valores de diversidad polínica tienen grandes oscilaciones entre 21 y 26 tipos polínicos esperados, pero son valores altos en general.

ZONA TAE-2 (199-129 cm)

Esta zona estaría ubicada entre ca. 8000-2760 cal BP. Los estudios geoquímicos muestran este intervalo como un nivel en el que se produce un rápido incremento en el contenido de materia orgánica (199-194 cm) que se mantiene elevado posteriormente (media de 26% C, máximo 34%), interrumpido por dos episodios de aumento del contenido mineral (a 186-180 cm y a 160-153 cm). El análisis polínico muestra un rápido incremento del componente arbóreo durante los primeros centímetros, que pasa de valores de 37.2% a porcentajes entorno al 76%, para estabilizarse posteriormente en valores cercanos al 60-65%; mientras que los porcentajes herbáceos disminuyen rápidamente a la par (59.6-20.4%). Pueden diferenciarse dos subzonas polínicas:

Subzona TAE-2a (199-170 cm): ca. 8000-7000 cal BP, se caracteriza por el rápido aumento y los altos porcentajes de *Quercus* caducifolio, que pasa de los valores bajos de la zona anterior a porcentajes superiores al 30%. *Corylus* (2.51-25.89%) y *Salix* (<12%) también incrementan sus porcentajes, pero no de manera tan acusada como *Quercus* caducifolio; mientras que *Pinus sylvestris* tipo (<2.9%) y *Betula* (<8.5%) disminuyen su representación con respecto a su importancia en la zona anterior. El elemento

arbustivo, como en TAE-1, sigue siendo escaso (<4.7%), siendo *Erica* tipo y *Frangula alnus* los más importantes. Los porcentajes herbáceos disminuyen de casi un 60 a un 21%, sobre todo los de Poaceae, Fabaceae, Scrophulariaceae, Cardueae, *Aster* tipo y *Artemisia*. El componente hidro-higrófito sigue siendo poco importante, pero es significativo el incremento de Filicales trilete y *Pteridium aquilinum*; mientras que entre los microfósiles no polínicos sólo es importante la bajada de los porcentajes de *Botryococcus* (Tipo 901). La diversidad polínica se estabiliza y está cerca de los 20 tipos polínicos esperados, aunque hay una subida repentina en la transición entre las dos subzonas.

Subzona TAE-2b (170-129 cm): en este tramo, ca. 7000-2760 cal BP, aunque los porcentajes arbóreos siguen siendo altos (>55%), disminuyen respecto a la zona anterior. La composición del estrato arbóreo cambia, ya que los porcentajes de *Quercus* caducifolio disminuyen con respecto a TAE-2a, siendo ahora menores del 30%, disminuyendo también los de *Salix* (<7.5%); mientras que los de *Corylus* incrementan rápidamente estabilizándose entre 22-32%. En esta subzona aparecen las curvas continuas de *Alnus* y *Fraxinus*; mientras que las apariciones esporádicas de *Fagus* y *Quercus* perennifolio se hacen más frecuentes. Los porcentajes del estrato arbustivo incrementan, llegando a alcanzar valores del 20%, siendo los taxa más representativos *Erica* tipo (<17.5%), *Rosa* tipo (<3%) y *Calluna vulgaris* (<4%). Las herbáceas alcanzan mayores porcentajes (<41%) que en la subzona anterior, siendo ahora Poaceae en exclusiva el mayor representante. Aun así es de destacar la aparición de indicadores antrópicos como *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago*

major/media tipo, que junto con las apariciones esporádicas de los microfósiles no polínicos *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113), hongos coprófilos, están indicando la primera antropización en la secuencia; al igual que las pequeñas y esporádicas presencias de *Cerealia*. Las hidro-higrófitas siguen la dinámica de TAE-2a; y entre los microfósiles no polínicos el Tipo 18 va aumentando sus porcentajes. La diversidad polínica pierde la estabilidad anterior y toma valores entre 16 y 24 tipos polínicos esperados, habiendo un máximo cerca de 155 cm de profundidad (54.6 ± 5.13).

ZONA TAE-3 (129-94 cm)

Esta zona se extiende cronológicamente entre 2760-2040 cal BP. Los datos geoquímicos muestran una fuerte perturbación en el sistema, que eleva el contenido mineral en este intervalo de la turbera. El estudio paleopalínológico muestra, entre el estrato arbóreo (52-61%), una continuidad con TAE-2b, ya que los elementos principales, *Corylus* (~25%) y *Quercus* caducifolio (*ca.* 25%), siguen con la misma dinámica; mientras que *Alnus* (<4.2%) y *Quercus* perennifolio (<1%) siguen aumentando sus porcentajes, y *Fagus*, *Castanea* y *Fraxinus* continúan teniendo presencias esporádicas pero recurrentes. La matorralización iniciada en la subzona anterior continúa, siendo *Erica* tipo, *Calluna vulgaris* y *Rosa* tipo de nuevo los mayores representantes. Las herbáceas alcanzan porcentajes similares a los del tramo anterior, siendo Poaceae el palinomorfo más representativo. Los indicadores antrópicos comentados para TAE-2b, *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo, aumentan sus porcentajes; mientras que las apariciones de

Cerealia son más frecuentes, y se unen a este elenco antrópico Cichorioideae y Cardueae. En este tramo incrementan, en paralelo con *Plantago*, los porcentajes de los hongos coprófilos comentados para la subzona anterior, *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113). El Tipo 18 disminuye su representación, mientras que *Botryococcus* (Tipo 901) la incrementa. El componente hidro-higrófito no sufre variaciones con respecto a las zonas anteriores. La diversidad polínica se estabiliza ligeramente, aunque eleva sus valores entre 20-26 tipos polínicos esperados, teniendo un máximo en la transición entre TAE-2 y TAE-3 (26.5 ± 5.4).

ZONA TAE-4 (94-0 cm)

La última zona del diagrama polínico abarca una cronología que va desde hace *ca.* 2040 cal BP hasta la actualidad. Los análisis geoquímicos revelan un nuevo nivel orgánico (media de 35% C, máximo de 45%) tan sólo interrumpido por un fino nivel (49-51 cm) con elevado contenido en materia mineral. Los datos polínicos, junto con los geoquímicos, permiten diferenciar dos subzonas:

Subzona TAE-4a (94-51 cm): esta subzona está caracterizada por el gran cambio en el componente hidro-higrófito y en los microfósiles no polínicos, además de por el gran aumento de los porcentajes de polen de *Cerealia*. El elemento arbóreo está compuesto por los mismos tipos que en zonas anteriores y por la incorporación con bajos porcentajes de *Acer* y *Populus*, siguiéndose con la dinámica empezada previamente de aumento de porcentajes de *Alnus* (<7.3%) y *Quercus* perennifolio (<2.9%), y estableciéndose curvas continuas para *Fagus* (<1.5%), *Castanea* (<1%) y

Fraxinus (<1.9%). Los porcentajes de polen arbóreo disminuyen drásticamente y de manera puntual a mediados de la subzona, pasando de porcentajes de un 60% a cercanos al 30%, recuperando los porcentajes posteriormente. Esta deforestación es debida al aumento de *Cerealia*, que llega a alcanzar porcentajes cercanos al 17%. Los indicadores antrópicos comentados anteriormente, *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, Cichorioideae y Cardueae, siguen aumentando sus porcentajes, uniéndose a ellos además otros indicadores como *Gentiana lutea* tipo, *Rumex acetosella* tipo y *Urtica dioica* tipo. Las arbustivas tienen porcentajes menores que en la zona anterior, aunque *Cornus sanguinea* tipo (<7.2%), *Frangula alnus* (<1.8%) y *Crataegus* tipo (<4.5%) los aumentan. Las plantas hidro-higrófitas sufren un cambio sustancial, ya que sus porcentajes, que en general no habían sobrepasado el 30% respecto a la suma base en el resto de la secuencia, llegan a estar por encima del 600%. Los taxa principales son Cyperaceae, *Myriophyllum verticillatum* tipo, Potamogetonaceae, *Pteridium aquilinum*, Ranunculaceae y *Typha angustifolia* tipo. Mientras, junto con este cambio, sufren variaciones porcentuales microfósiles no polínicos como el Tipo 16A, Tipo 18, *Acari* (Tipo 36), Tipo 63C, Tipo 52, Tipo 72, Tipo 124, Tipo 527 y *Pediastrum* (Tipo 900). También entre los microfósiles no polínicos continúa la aparición de los hongos coprófilos *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113), uniéndose a este elenco el también coprófilo *Podospora* (Tipo 368). Esta subzona acaba con la deposición de una fina capa de contenido altamente inorgánico. La diversidad polínica es muy irregular durante todo el intervalo (Fig. 6.22).

Subzona TAE-4b (51-0 cm): es en esta subzona cuando la deforestación se hace continua. Los porcentajes arbóreos disminuyen del 60% al inicio al 30% al final, siendo los taxa más afectados *Quercus caducifolia* (del 29.7 al 6.5%), *Corylus* (del 17.4 al 2.5%) y *Alnus* (del 5 al 1.5%); aunque hay taxa que incrementan sus porcentajes, tales como *Juglans*, *Castanea* (de <1 a >3%), *Fagus* (>1.5%) y *Pinus pinaster*; mientras que *Eucalyptus* aparece al final del diagrama. Se produce, en paralelo con la disminución arbórea, un aumento del estrato arbustivo, siendo sus mayores representantes *Erica* tipo (3-40%), *Calluna vulgaris* (1-6%), *Cytisus/Ulex* tipo (1-2%) y *Prunus* tipo (1-2%). Las plantas herbáceas también incrementan sus porcentajes (del 25 al 47%), sobre todo Poaceae y Fabaceae; continuando la presencia de indicadores antrópicos como *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, Cardueae, Cichorioideae y *Urtica dioica* tipo. *Cerealia* sigue presente, aunque con menores porcentajes. El componente hidro-higrófito disminuye sus valores, adquiriendo valores como los de TAE-3 tras su rápido incremento en la subzona TAE-4a, al igual que los microfósiles no polínicos asociados a ese mismo cambio. Los hongos coprófilos continúan siendo los microfósiles no polínicos mayoritarios en este tramo, uniéndose a *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368) un nuevo coprófilo como es *Cercophora* (Tipo 112). Otro tipo de espora fúngica, aunque esta vez de ecología carbonícola, *Chaetomium* (Tipo 7A), aparece también en este tramo, y junto con *Asphodelus albus* tipo, estaría indicando la ocurrencia de incendios, probablemente antrópicos. La diversidad se estabiliza los primeros 25 cm de la subzona con valores entre 20-25 tipos polínicos esperados, y

posteriormente aumenta sus valores en los últimos 25 cm.

6.4.5. Interpretación y discusión de la secuencia

El paisaje actual es el resultado de la relación entre una gran cantidad de eventos naturales que ocurrieron en el pasado. Además, si nos remontamos a los últimos milenios del Holoceno, puede observarse cómo las transformaciones del paisaje también tienen su razón de ser en las distintas sociedades que habitaron en ese medio ambiente particular. Estos eventos antrópicos ocurrieron junto con los climáticos, solapándose incluso, y mostrando paralelismos en épocas en las que se producía la transición de una cultura a otra. La historia paleoambiental de la zona del Alto de la Espina es una historia en la que el clima y el ser humano han afectado, y están afectando, conjuntamente a la evolución del paisaje que vemos actualmente y que vieron en el pasado otros grupos humanos. La expansión del haya, en el Holoceno reciente, es prueba de estos hechos; al igual que el paisaje eminentemente ganadero, o la potenciación de castaños y nogales relacionados con la romanización y las prácticas mineras en la zona.

Del Younger Dryas al evento 8200 cal BP: 13000-8200 cal BP (TAE-1)

El inicio de la secuencia corresponde al final del Pleistoceno, concretamente al *Younger Dryas*. Este período final, que da paso con su término al Holoceno, se caracteriza por ser una pulsación de características frías. Los datos geoquímicos muestran un sedimento mineral, por lo que la turbera todavía no

estaba formada; esto se debería a que las condiciones frías y posiblemente áridas no habrían propiciado su formación. En esta secuencia se observa un paisaje poco forestado, en el que el estrato arbóreo estaría formado fundamentalmente por *Pinus sylvestris* tipo junto con *Betula*, aunque la mayor parte del paisaje estaría desarbolado y constituido por formaciones herbáceas de carácter estépico con taxa como Poaceae, Fabaceae, Cardueae, Scrophulariaceae, Apiaceae, *Polygonum bistorta* tipo, *Aster* tipo y *Artemisia* (Fig. 6.23). Aun así, pese a las condiciones climáticas desfavorables, se observa como taxa de carácter mesófilo sobrevivieron en áreas refugio de la zona, como demuestran los porcentajes de *Corylus* y *Quercus caducifolia*, y la presencia puntual de *Alnus*, *Castanea* y *Fagus*. La diversidad polínica es alta con respecto a la época posterior al evento 8200 cal BP, pasando igual que en la turbera de Monte Areo, donde un cambio climático se puede relacionar con una subida de la diversidad de tipos polínicos esperados (máximo nº1) (Fig. 6.23).

En la secuencia, debido a un hiato, no hay información sobre el Holoceno inicial (Fig. 6.18). Probablemente el inicio de la turbera ocurrió con la llegada de la mejora climática holocena, pero con la ocurrencia del evento 8200 cal BP, de características frías, ese material debió de ser erosionado y perdido. Esta hipótesis, de que dicho evento fue el causante de tal hecho, viene refrendada por las dataciones 7270 ± 55 BP (7978-8180 cal BP) y 7170 ± 55 BP (7869-8158 cal BP), que son inmediatamente posteriores al 8200 cal BP. En la zona cantábrica, las secuencias palinológicas estudiadas en turberas recogen selectivamente intervalos cronológicos correspondientes al final del Pleistoceno e

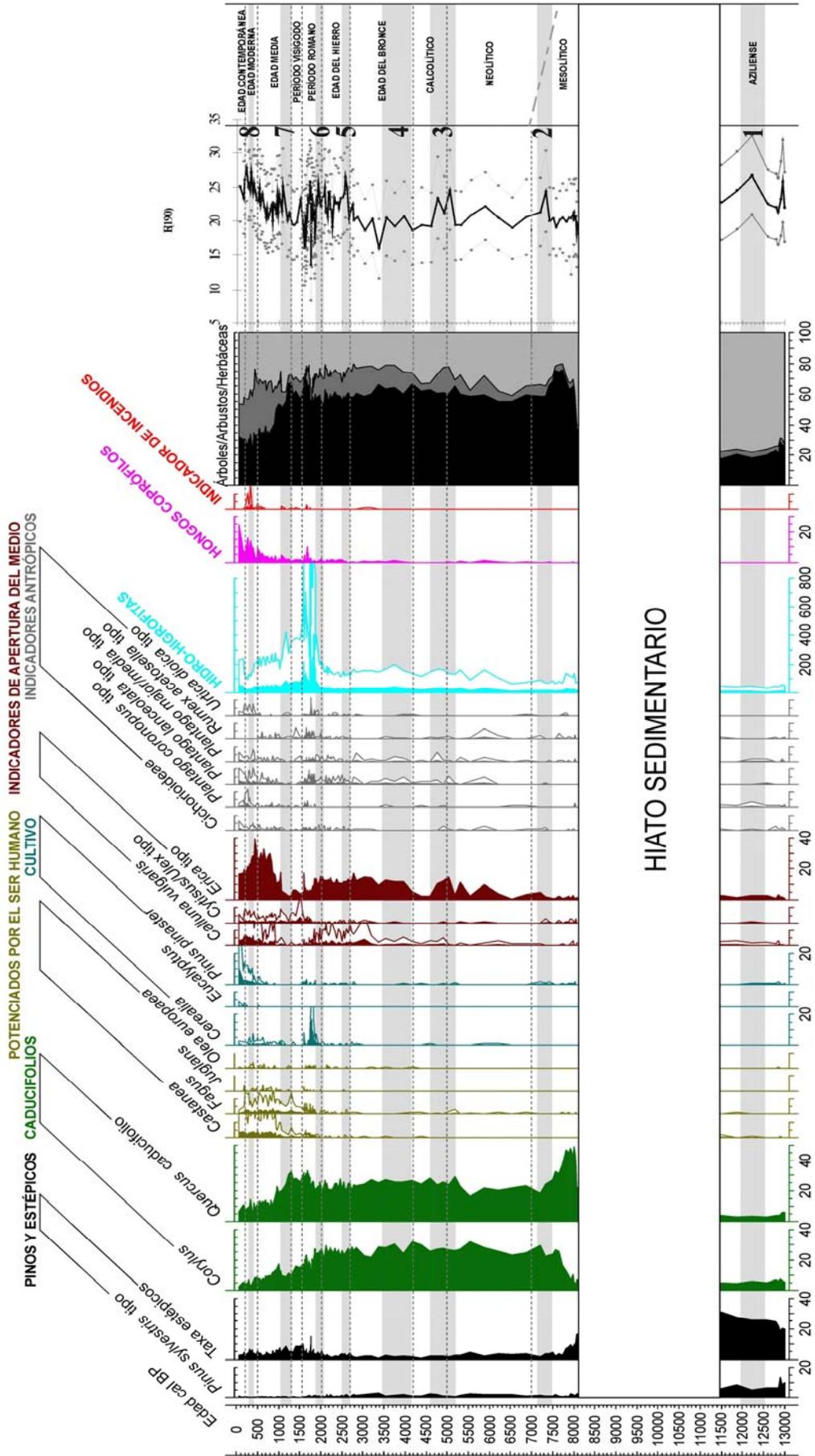


Figura 6.23: Diagrama polínico sintético de la turbera del Alto de la Espina (TAE) en función de la edad. La columna de taxa estépicas es el resultado de la suma de *Artemisia*, *Aster* tipo, *Cardueae*, *Scrophulariaceae* y *Fabaceae*; mientras que la columna de hongos coprófilos es la suma de *Sordaria*, *Cercophora*, *Sporormiella* y *Podospora*. El indicador de incendios hace referencia a *Chaetomium*. Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica, nombrados en el texto, con su respectivo orden numérico.

inicios del Holoceno existiendo un hiato muy importante para fechas cercanas a 8500-8000 cal BP. Las causas de este hiato son aún inciertas, aunque lo más probable es que se trate del evento singular antes mencionado, que afectaría por igual a toda la zona norte peninsular incluida Galicia (López Sáez *et al.*, 2006b).

Los datos geoquímicos muestran que en la transición entre las zonas TAE-1 y TAE-2 ocurre una rápida aturberación que desencadena la formación de una turbera minerogénica, con aportes ocasionalmente de materia mineral (Fig. 6.19). El nuevo advenimiento de condiciones climáticas benignas, tras el evento 8200 cal BP, habría propiciado, de nuevo, la formación de turba en el Alto de la Espina.

La transición Mesolítico/Neolítico y las primeras manifestaciones de antropización: 8100-2760 cal BP (TAE-2)

Tras el evento 8200 cal BP se recuperan las formaciones arbóreas, en paralelo con la formación de la turbera. El aumento de Filicales trilete y *Pteridium aquilinum*, con respecto a la anterior fase, y la aparición de la curva de *Polypodium vulgare* tipo, marcan el advenimiento de condiciones climáticas benignas, más húmedas y cálidas, que permitieron el desarrollo de formaciones de mesófilos planocaducifolios. En la zona del Alto de la Espina, el taxón mayoritario es *Quercus caducifolia*, que alcanza gran representatividad; aunque otros taxa en aumento, como *Salix* y *Corylus*, también muestran la recuperación climática tras el evento frío comentado (Fig. 6.23).

El mayor cambio que ocurre, en esta amplia cronología, es el que se produce en la

época correspondiente a la transición entre el Mesolítico y el Neolítico, *ca.* 7000 cal BP (transición entre TAE-2a y TAE-2b), época que habitualmente ha sido marginal en los estudios acerca del Neolítico en la fachada norte peninsular (Arias & Ontañón, 1995). Este cambio se manifiesta, en la vegetación, con una bajada en los porcentajes arbóreos y con un cambio cuantitativo en la composición arbórea. Aunque los porcentajes arbóreos disminuyen, no puede hablarse de un paisaje deforestado, pero sí de una transformación del mismo. Ésta se manifiesta en que la hegemonía del roble, mantenida en el Mesolítico, en la transición al Neolítico pasa a ser compartida con el avellano. Es también a partir de este momento cuando empiezan a detectarse los primeros síntomas de antropización sobre el paisaje de los alrededores del Alto de la Espina, coincidiendo también con el momento en que se produce una subida de la diversidad polínica puntual (máximo nº2) (Fig. 6.23) y una bajada de la concentración polínica total (Fig. 6.21a).

Durante el Mesolítico, la caza, la pesca, y la recolección, fueron los modos de subsistencia de las comunidades humanas, siendo un rasgo fundamental de su estrategia económica la diversificación (Arias, 1992). Los restos arqueobotánicos más frecuentes encontrados en yacimientos arqueológicos del norte peninsular son las avellanas, las bellotas y las pomoideas (Zapata, 1999, 2000). Normalmente, los fragmentos carbonizados de pericarpio de avellana son los macrorrestos vegetales más abundantes, aunque en el estado actual de las investigaciones es difícil evaluar el papel que las avellanas debieron jugar en la subsistencia humana, ya que su conservación diferencial hace que probablemente estén sobrerrepresentadas en

el registro arqueológico (Zapata, 2000). Aun así, en esta zona de estudio, durante el final del Mesolítico, se observa la progresión de *Corylus* en detrimento de *Quercus caducifolia*, por lo que las poblaciones mesolíticas podrían usar sus frutos.

Tras este cambio cuantitativo de la representación de avellano y roble en el paisaje forestal, se detectan los primeros indicios antrópicos en la secuencia, que tienen que ver con el cambio en la economía de subsistencia de los grupos humanos, que pasaron de ser cazadores-recolectores a agricultores y ganaderos. Diversas investigaciones arqueológicas han definido que la transición hacia el Neolítico, en el norte peninsular, debió de ser un proceso lento y gradual de cambio de las precedentes sociedades mesolíticas, con poco o ningún papel jugado por poblaciones foráneas (Arias, 1999). En esta transición podrían haber convivido, en el seno de los mismos grupos humanos, tanto prácticas de caza y recolección como de agricultura y ganadería (Arias, 1991, 1992, 1999; Zapata, 2000). Es, tras esta transición, cuando se detectan indicadores de actividades agrícolas y ganaderas. La aparición de los indicadores antrópicos *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo (Berhe, 1981, 1988), junto con los hongos coprófilos *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113) (van Geel, 1978; van Geel *et al.*, 1983b, 2003; López Sáez & López Merino, 2007), indicarían el establecimiento de actividades pastorales locales desde *ca.* 7281 cal BP (*ca.* 5281 cal BC, VI milenio cal BC), durante el Neolítico inicial; mientras que de las actividades cerealísticas no se tiene constancia hasta un milenio después (*ca.* 6000 cal BP; 4000 cal BC; finales del V milenio cal BC), ya en el Neolítico medio. Aun así, la agricultura no se desarrolló en la

zona del Alto de la Espina como se ha visto en Monte Areo, en donde además fue anterior, ya que la presencia de polen de cereal es esporádica y en bajos porcentajes. En cambio, las prácticas ganaderas fueron más importantes. En la zona del Alto de la Espina, al igual que en Monte Areo, también existe un conjunto megalítico, el de Chamas de Penausén (Salas) (Blas Cortina, 1983), que apoyaría la utilización de la zona desde época prehistórica.

Durante las culturas posteriores del Calcolítico (*ca.* 5000-4200 cal BP; 3000-2200 cal BC) y la Edad del Bronce (*ca.* 4200-2700 cal BP; 2200-700 cal BC), la dinámica antrópica continúa siendo la misma que durante el Neolítico: puntuales actividades agrícolas y una mayor importancia de las ganaderas; probablemente siendo el ser humano cada vez más dependiente de estas bases económicas (Arias, 1991). En la transición Neolítico/Calcolítico se produce una nueva subida de la diversidad polínica (máximo n°3), que estaría relacionada con la mayor presión ganadera (Fig. 6.23), aunque también podría estar en relación con la llamada 'Neoglaciación' que se produce en esas mismas fechas, *ca.* 5000 cal BP, que supuso un enfriamiento general en las latitudes medias del Hemisferio Norte (Blanco Chao *et al.*, 2002; Magny & Haas, 2004), y que podría haber propiciado más el desarrollo de la ganadería que el de la agricultura; aun así no suele registrarse de manera marcada en los datos polínicos (Burroughs, 2005). La cobertura arbórea sigue siendo alta, aunque a partir de la transición Calcolítico/Edad del Bronce (*ca.* 4200 cal BP) se detecta una mayor importancia de las formaciones arbustivas de Ericaceae, quizá como resultado de una creciente presión antrópica en este período y

puede que potenciado por la ocurrencia del llamado evento 4100 cal BP, de características más áridas (Magny, 1993, 2004), localizándose un nuevo máximo de diversidad polínica entre ca. 4200-3600 cal BP (máximo nº4)

La transición Bronce/Hierro y el incremento de la huella antrópica: 2760-2040 cal BP (TAE-3)

Este marco cronológico corresponde con la Edad del Hierro, y durante ella los datos geoquímicos muestran, sin duda, una fuerte perturbación del funcionamiento y evolución de la turbera, que recibe una elevada carga de materia mineral procedente de la erosión de los suelos del entorno. Este cambio tan acusado podría ser debido al impacto antrópico, sin descartar que las condiciones climáticas de mayor pluviosidad derivadas del evento 2800 cal BP (van Geel *et al.*, 1996; van Geel & Berglund, 2000) pudieran haber potenciado los efectos. El aumento en el contenido mineral es muy grande, y corta la evolución de un sistema que ya había acumulado al menos un metro de turba y debería tener una cierta capacidad de amortiguación ante cambios moderados en el entorno, por lo que un cambio climático con las características del 2800 cal BP, por sí sólo, no podría haber provocado tal erosión, aunque sí haberla potenciado (Martínez Cortizas, com. pers.).

Los datos polínicos apoyan este mayor impacto antrópico a partir de la transición entre las edades del Bronce y del Hierro, acompañado de una nueva subida de la diversidad polínica (máximo nº5), y durante toda la Edad del Hierro. Esta mayor huella humana se manifiesta de varias maneras. La primera de ellas es que durante los momentos de transición entre las dos

etapas culturales es cuando la curva de polen de cereal se hace constante, indicando ya la instalación de cultivos permanentes, y no ocasionales como en épocas anteriores, en la zona del Alto de la Espina. El segundo indicio de esta mayor antropización es que siguen apareciendo indicadores de presión pastoral que, como en épocas anteriores, son *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo; pero la novedad es que a este elenco de palinomorfos antrópicos se unen dos más: Cichorioideae y Cardueae (Behre, 1981, 1988), mostrando una intensificación de la actividad antrópica. Los hongos coprófilos indican la misma cuestión, ya que *Sordaria* (Tipo 55) y *Sporormiella* (Tipo 113) aumentan sus porcentajes con respecto a la fase anterior. Un tercer indicio es que la matorralización iniciada en la Edad del Bronce continúa, y las presencias del haya y del castaño se hacen más recurrentes. El cuarto y último indicio son los datos geoquímicos, donde la comentada elevada carga mineral sería resultado de la erosión, posiblemente relacionada con la instalación de cultivos en las cercanías de la turbera. El factor de enriquecimiento en plomo muestra, además, una pequeña anomalía en la transición Bronce/Hierro, que podría ser resultado de actividades relacionadas con la metalurgia (Fig. 6. 24).

En las zonas orientales y centrales asturianas el cobre es un elemento relativamente abundante, y de fácil laboreo y manipulación al estar en forma de carbonatos y óxidos (Blas Cortina & Fernández Manzano, 1992; Blas Cortina, 1996). El Alto de la Espina se encuentra en la zona central, en el concejo de Salas. Dentro de este territorio salense se han efectuado varios hallazgos metálicos del Bronce Final (Blas Cortina & Fernández

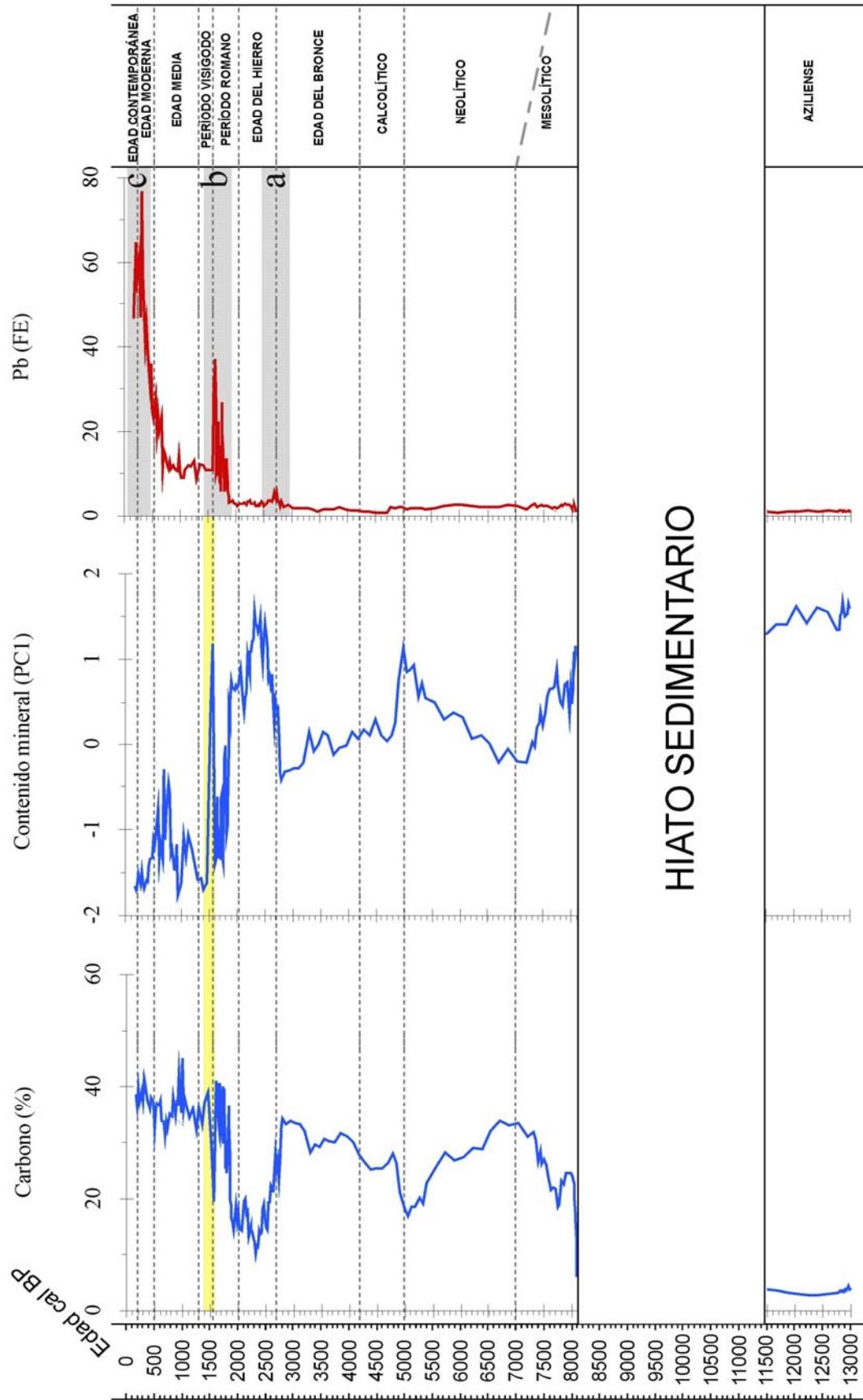


Figura 6.24: Datos geoquímicos de la turbera del Alto de la Espina (TAE) en función de la edad. Las bandas grises representan zonas con señal de contaminación antropogénica: a) anomalía en la transición Bronce/Hierro probablemente relacionada con metalurgia; b) actividades minero-metalúrgicas en Época Romana, c) contaminación desde la Revolución Industrial. La banda amarilla representa la fina capa inorgánica que señala el fin de las actividades minero-metalúrgicas.

Manzano, 1992). El hecho de que el factor de enriquecimiento en plomo muestre una pequeña desviación en el período de transición entre el Bronce/Hierro estaría hablando de que, en la zona del Alto de la Espina, actividades minero-metalúrgicas podrían haber estado produciéndose. Coincidente con esta cronología es la instalación permanente de cultivos cerealísticos, hecho que podría estar relacionado con el asentamiento de las sociedades en las cercanías de la turbera, y de una mayor presión pastoral local.

El que el ser humano se hubiera asentado en la zona podría ser el causante del inicio, que posteriormente se incrementará, del aumento de los porcentajes de *Castanea* y *Fagus*, y de la primera aparición de *Juglans*. El que el ser humano empezara a transformar el medio forestal de manera más acusada, debido a la intensificación de las actividades productivas y al desarrollo metalúrgico, cambió la composición cuantitativa de los bosques. Estos tres taxa debieron formar parte de los bosques de manera autóctona (Carrión & Sánchez-Gómez, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 2000; Krebs *et al.*, 2004), pero el uso selectivo de unas especies sobre otras favoreció su potenciación, como en el caso de castaño y nogal (Conedera *et al.*, 2004), y las perturbaciones en el medio favorecieron el inicio de la expansión de los hayedos, como se ha demostrado para otras zonas (Galop & Jalut, 1994; Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008).

Del impacto de la minería romana a la configuración del paisaje actual: 2040 cal BP-actualidad (TAE-4)

La subzona TAE-4a, en cuanto a los datos geoquímicos, representa una

recuperación de la estructura y función de la turbera, pero hacia un sistema menos sensible a las perturbaciones en la cuenca. La rápida progresión en la incorporación de materia orgánica, en la transición entre TAE-3 y TAE-4, también indica un cambio abrupto en las condiciones evolutivas de la turbera. Para que tenga lugar una acumulación tan rápida y tan extensa de turba es necesario que el medio tenga condiciones que impidan la mineralización de los restos vegetales: esto puede deberse a una anoxia ligada al encharcamiento. Así que la hipótesis que se presenta es que esa transición abrupta es indicativa de una capa freática elevada y, por lo tanto, de un encharcamiento prolongado a lo largo del año. Dados los múltiples indicadores de tal hecho detectados entre las plantas hidrohigrófitas y los microfósiles no polínicos, podría incluso haber habido algún tipo de transformación humana que favoreciese ese encharcamiento. Durante esta transición, además, se produce un nuevo pico de diversidad polínica, señalando esta nueva antropización del sistema (máximo nº6) (Fig. 6.23).

El hecho de que la zona de estudio se conozca como una zona minera altamente activa en Época Romana, de la que se tiene constancia de un gran número de yacimientos auríferos (Fernández Mier, 1996; Perea & Sánchez-Palencia, 1998), hace plantearse la hipótesis de que la misma turbera pudiera haber sido utilizada como depósito de agua de las canalizaciones que se usaban para reunir la suficiente agua utilizada en las labores de extracción de oro; además se ha documentado, entre las cuencas fluviales de los ríos Narcea y Pigüña, restos de una compleja infraestructura hidráulica con un canal de agua del cual parten ramales secundarios

que se alimentan de agua de la sierra (Fernández Mier, 1996, 1999). Esta hipótesis también se apoya en el hecho de que en cronología romana se disparan las representaciones de plantas hidro-higrófitas y de microfósiles no polínicos indicadores de una mayor presencia de agua en el seno de la propia turbera. Cyperaceae, *Myriophyllum verticillatum* tipo, Potamogetonaceae, *Pteridium aquilinum*, Ranunculaceae y *Typha angustifolia* tipo aumentan sus porcentajes de manera muy notable, al igual que varios microfósiles no polínicos como el Tipo 8B, *Acari* (Tipo 36), Tipo 124, *Gyratrix hermaphroditus* (Tipo 353), Tipo 527 y *Pediastrum* (Tipo 900). El Tipo 8B (van Geel, 1976) es un microfósil del que no se conoce muy bien su origen pero que se relaciona con las esporas de algún hongo (*Microthyrium?*) que vive como parásito en plantas palustres, especialmente en *Eriophorum vaginatum*. El tipo 36 (*Acari*, Oribatei) (van Geel, 1976) indica cambios en la composición florística, en este caso el paso a una vegetación asociada al agua, como revela el Tipo 124, que indica condiciones pantanosas (Pals *et al.*, 1980). En el mismo sentido podemos interpretar la presencia de *Gyratrix hermaphroditus* (Tipo 353), oocitos de Turbellaria, que habla de la presencia de agua dulce y condiciones eutróficas (Haas, 1996), al igual que las colonias de *Pediastrum* (Tipo 900) (Kuhry, 1997). Por último, el Tipo 527 se usa como indicador de sedimentación de arcillas en el medio (van Geel *et al.*, 1983a), su puntual representación en este tramo podría estar relacionada con la rápida tasa de sedimentación que se ha comprobado para el período romano en la turbera. La aparición de *Populus* y *Cornus sanguinea* tipo hablaría de las comunidades ribereñas que se instalarían alrededor del depósito de agua.

Apoyando la hipótesis de que las labores mineras afectaron a la turbera, al haberse usado como depósito de agua, se encuentran las anomalías en la curva del factor de enriquecimiento en plomo entre 85 y 51 cm de profundidad en Época Romana (Fig. 6.24). Estos valores son altos y poseen una característica excepcional, ya que se registran distintas fases de contaminación bien delimitadas que deben corresponderse con fases locales de minería/metalurgia (Fig. 6.19). Su particularidad reside en que en otros registros del noroeste peninsular, esta fase es continua (Martínez Cortizas *et al.*, 2002a; Kylander *et al.*, 2005) y no muestra los detalles que muestra en el Alto de la Espina, en donde se pueden distinguir cuatro fases bien individualizadas (Fig. 6.19). Esto ha sido gracias a que, debido al encharcamiento de la turbera para las labores mineras, la tasa de sedimentación fue altísima (el medio metro de cronología romana representa menos de 500 años, por lo que cada centímetro representaría un intervalo aproximado de menos de 50 años) y a que el estudio realizado para este tramo ha sido a alta resolución, ya que tanto en los indicadores geoquímicos como en el análisis polínico se han analizado cada centímetro.

El hecho de que las zonas mineras fueran explotadas por los romanos debió de haber concentrado las poblaciones en ellas (Fernández Mier, 1996, 1999). Esto se manifiesta en los altos porcentajes que alcanza *Cerealia* en cronología romana (TAE-4a). Debió de cultivarse en el entorno inmediato de la turbera e intensamente, ya que los porcentajes cercanos al 17% que llegan a alcanzar los cereales son muy altos, afectando mayoritariamente a la deforestación del roble y del avellano de los bosques circundantes. Los porcentajes de *Castanea* ya se presentan en una curva

continua, hecho que podría hablar de su cultivo en Época Romana, al igual que la mayor representación de *Olea europaea* y *Juglans*.

Esta mayor antropización también queda reflejada en la intensidad de las prácticas ganaderas que existían hasta el momento, ya que incrementan. Este aumento se manifiesta con la ocurrencia de los indicadores antrópicos citados para la Edad del Hierro (*Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, Cichorioideae y Cardueae), y en la aparición de nuevos como *Gentiana lutea* tipo, *Rumex acetosella* tipo y *Urtica dioica* tipo. Igualmente ocurre con los hongos coprófilos, a los que se une uno nuevo, *Podospora* (Tipo 368) (van Geel *et al.*, 1981), indicando esa mayor presión pastoral. Este aumento de la ganadería sería el responsable, como se comentó en el apartado anterior, de la expansión inducida por antropización del hayedo en la zona (Galop & Jalut, 1994; Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008). Es en Época Romana también cuando parece que las formaciones de quercíneas perennifolias, junto con *Arbutus* y *Pistacia terebinthus*, tienen una mayor representación, quizás como resultado del aumento de las temperaturas durante el Periodo Cálido Romano (Desprat *et al.*, 2003).

El fin del período romano está marcado por la deposición de un fino nivel mineral en los 51-49 cm. Esta fina capa se deposita tras el último pico de enriquecimiento en plomo, siendo su contenido mineral muy elevado. Este hecho podría ser el resultado de una fase de abandono del área: si había cultivo -u otras tareas- en las inmediaciones de la turbera, el abandono podría haber resultado en un episodio puntual de erosión y transporte de

suelo hacia la turbera, que se detendría en cuanto el suelo fuese cubierto de nuevo por vegetación. Tras ese fino nivel, además, la vegetación hidro-higrófila y los microfósiles no polínicos asociados al encharcamiento previo pierden importancia.

La zona TAE-4b, corresponde más o menos a los últimos 1500 años cal BP, desde la Tardoantigüedad hasta la actualidad. Pero es desde la Edad Media cuando el impacto sobre el paisaje empezará a modelarlo en lo que conocemos hoy día, subiendo al principio de la misma la diversidad polínica de nuevo (máximo nº7) (Fig. 6.23). La importancia de castaños y nogales se acentúa al final del diagrama; y es que el final de la actividad minera no supuso una vuelta atrás en las dinámicas antrópicas sobre la vegetación, todo lo contrario, ya que se constata la mayor importancia de estos dos taxa. En cambio, la actividad cerealística, si bien no desaparece, se modera, dejando paso a una mayor importancia del pastoreo en la zona cercana a la turbera. Esta mayor importancia ganadera, de nuevo, se constata con la aparición de algunos de los taxa asociados a esta actividad ya documentados en cronología romana, pero con mayores porcentajes. Además, los microfósiles no polínicos indicadores de la presión ejercida por las cabañas ganaderas, los ya comentados hongos coprófilos *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368), continúan apareciendo y con representaciones bastante más altas y crecientes. A este elenco de coprófilos pasa a unirse un cuarto, *Cercophora* (Tipo 112) (van der Wiel, 1983; van Geel *et al.*, 1981, 1983b, 2003), que vendría a ratificar el hecho de que la ganadería en las cercanías de la turbera, y en general en la zona cantábrica, adquiriera



Foto 6.13: Caballos pastando en el mismo seno de la turbera del Alto de la Espina.

gran importancia desde la Edad Media hasta la actualidad (Fernández Mier & Pascua Echegaray, 2006), en donde caballos y vacas pastan en el propio seno de la turbera (Foto 6.13).

Junto con esta mayor presión pastoral detectada, aumentan los porcentajes de *Fagus*, probablemente en relación, como se ha comentado anteriormente. Aunque incrementan los porcentajes de este taxón arbóreo, en general, los porcentajes de los taxa arbóreos disminuyen progresivamente. Se produce, además, una matorralización creciente del paisaje, donde la formación brezal-tojal sería la dominante (*Erica* tipo, *Calluna vulgaris* y *Cytisus/Ulex* tipo) acompañada de *Prunus* tipo.

Desde Época Moderna se identifica un aumento constante de los porcentajes de *Pinus pinaster* y de los valores de diversidad polínica, habiendo un máximo para finales de la misma (máximo nº8) (Fig. 6. 23); y desde Época Contemporánea se observa la aparición de *Eucalyptus* y la bajada de la diversidad polínica debido ya al exceso de impacto humano. Ambos taxa estarían relacionados con cultivos forestales y con la documentación de ascósporas de *Chaetomium* (Tipo 7A), hongo carbonícola (van Geel, 1978; Kuhry, 1985). Este microfósil no polínico, junto con la aparición de *Asphodelus albus* tipo, indica la ocurrencia de fuegos, probablemente antrópicos, relacionados con la apertura del medio para el cultivo de pinos y eucaliptos en las cercanías de la turbera. Este uso del fuego para abrir los espacios, junto con la

matorralización, el cultivo de especies forestales, y las prácticas ganaderas, son los desencadenantes del paisaje que vemos hoy día en el entorno del Alto de la Espina.

Para terminar, el factor de enriquecimiento en plomo muestra un aumento creciente de sus valores en la zona superior de la secuencia, que se relaciona sin dificultades con la creciente contaminación atmosférica asociada desde la revolución industrial hasta nuestros días (Martínez Cortizas *et al.*, 2002a; Kylander *et al.*, 2005).

6.4.6. Conclusiones

- En cronología inmediatamente anterior al Holoceno, durante el *Younger Dryas*, el paisaje consistió en zonas abiertas con vegetación estépica y con pinos como representantes arbóreos. Aun así, zonas refugio existieron en el área, ya que se identifican presencias de diversos taxa mesófilos.
- Se ha identificado un hiato sedimentario para el comienzo del Holoceno. Este hiato fue debido posiblemente al evento 8200 cal BP, que habría erosionado y arrastrado la turba acumulada en los inicios del Holoceno.
- Las primeras evidencias de antropización, en el Alto de la Espina, se documentan *ca.* 7281 cal BP, en cronología muy similar a Monte Areo, durante el VI milenio cal BC. Esta antropización podría ser el resultado de actividades ganaderas de tipo trasterminante por las primeras comunidades neolíticas.
- El inicio de la agricultura en el Alto de la Espina se documenta *ca.* 6000 cal BP, *ca.* 500 años posterior a Monte Areo, a mediados del Neolítico (finales del V milenio cal BC).
- Al igual que ocurre en Monte Areo, la ausencia de datos arqueobotánicos, procedentes de yacimientos neolíticos asturianos, hace que el estudio de depósitos naturales en zonas con ocupación prehistórica sea una herramienta eficaz para entender los procesos antrópicos durante la Prehistoria.
- Durante el Calcolítico y la Edad del Bronce (*ca.* 5000-2700 cal BP; 3000-700 cal BC) la actividad agrícola es intermitente, mientras que la ganadera mantiene una mayor importancia.
- En el tránsito Bronce/Hierro se ha detectado una anomalía en el factor de enriquecimiento en plomo, posiblemente resultado de actividades metalúrgicas en el área. En la Edad del Hierro el cultivo de cereal es constante y la actividad pastoral continúa incrementando. El sistema turboso presenta una gran perturbación debida al fuerte impacto antrópico y potenciada por el evento 2800 cal BP.
- Las actividades mineras en Época Romana supusieron un fuerte impacto en la turbera, ya que se encharcó y debió de ser utilizada en el sistema de canalizaciones de la zona. El hecho de que aumentara la población en la cuenca minera se

traduce en un gran incremento de las zonas de cultivo y una mayor presión pastoral. Además, en las actividades mineras se detectan cuatro fases de contaminación y no sólo una continua como en otros registros del noroeste peninsular.

- Castaños, nogales y hayas han sido potenciados gracias a las actividades antrópicas desde épocas prehistóricas, e incluso cultivando en el caso de las dos primeras.
- El final de la minería romana no supuso una disminución del impacto antrópico en la zona del Alto de la Espina, sino todo lo contrario. Desde entonces, se ha ido configurando el paisaje actual a base de transformaciones. Éstas van desde el uso del fuego para la apertura del medio con fines agrícolas y ganaderos, hasta la creación de un paisaje eminentemente ganadero, con cultivos forestales de pinos y eucaliptos y en creciente

matorralización. Además, desde la Revolución Industrial se detecta una creciente contaminación, como muestra el factor de enriquecimiento en plomo.

- Las variaciones de la diversidad polínica están relacionadas con perturbaciones, tanto climáticas (*Younger Dryas*) y antrópicas (primeras evidencias antrópicas, e impactos antrópicos desde período romano hasta la actualidad) como a la sincronía entre ambas, que tienden a elevar sus valores. Además, diversos cambios climáticos son contemporáneos al cambio entre períodos culturales y coincidentes con elevaciones en la intensidad de las actividades antrópicas (transición Neolítico/Calcolítico y el comienzo de la ‘Neoglaciación’ ca. 5000 cal BP; transición Calcolítico/Bronce y el evento 4100 cal BP; transición Bronce/Hierro y el evento 2800 cal BP).

6.5. Registro cantábrico del Lago Enol

6.5.1. Introducción

El Holoceno ha sido un periodo considerado tradicionalmente como climáticamente estable, especialmente cuando se compara con los cambios climáticos abruptos que ocurrieron durante el último ciclo glaciario, como por ejemplo los eventos Heinrich o los ciclos Dansgaard/Oeschger (Dansgaard *et al.*, 1993). Diferencias en la insolación estacional, inducida por cambios orbitales, han determinado la evolución climática a largo plazo durante el Holoceno en Europa, con un Óptimo Climático de características cálidas durante el Holoceno inicial, y una transición hacia condiciones más frías y/o secas hace unos 5000 años (COHMAP, 1988; Magny *et al.*, 2002). Sin embargo, un número cada vez mayor de estudios sobre archivos, tanto terrestres como marinos, ha revelado la presencia de una importante variabilidad superpuesta sobre la pauta orbital, los denominados eventos de cambio climático rápido (*Rapid Climate Change*, RCC) (Mayewski *et al.*, 2004). A pesar de que estos cambios climáticos parecen ser cada día más evidentes, los mecanismos climáticos que subyacen a estos rápidos cambios ambientales siguen siendo desconocidos. En este sentido, sólo se han formulado algunas hipótesis que continúan bajo discusión; como por ejemplo, la variabilidad del flujo solar (O'Brien *et al.*, 1995; Bond *et al.*, 2001), o la oscilación en las tasas de producción de las aguas profundas del Atlántico Norte (*North Atlantic Deep Water*, NADW) (Bianchi & McCave, 1999). Un estudio reciente ha revisado varias series paleoclimáticas del Atlántico Norte, mostrando que la variabilidad holocena, a una escala

milenaria, se compone de al menos tres periodicidades: dos de ellas (ciclos de 1000 y 2500 años) influidas por la actividad solar; y la otra (ciclos de 1600 años), se relaciona con fuerzas oceánicas (Debret *et al.*, 2007). Desentrañar la variabilidad climática holocena se complica aún más por la interacción entre la actividad humana y los cambios climáticos, especialmente desde el Holoceno medio (Carrión *et al.*, 2000a; López-Sáez *et al.*, 2008). Por lo tanto, los estudios multidisciplinares a alta resolución pueden ser los que ayuden a describir estos cambios y discriminar su origen: climático y/o antrópico.

En el sur de Europa las reconstrucciones paleoclimáticas más detalladas del Holoceno se basan en estudios sobre registros lacustres (p.e. Accesa, N Italia, Magny *et al.*, 2007; Grande di Monticchio, S Italia, Allen *et al.*, 2002; Capestang, SE Francia, Jalut *et al.*, 2000; Estanya, NE España, Morellón *et al.*, 2008; Siles, S España, Carrión, 2002), debido generalmente a las bajas tasas de sedimentación en los registros marinos del Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico. Algunas excepciones son los registros marinos de Menorca, NE España (Frigola *et al.*, 2007), Biscaye, NE Francia (Naughton *et al.*, 2007) o Alborán, S España (Fletcher & Sánchez Goñi, 2008), donde las tasas de sedimentación son más altas como resultado de las características peculiares de estos lugares. Además, estudios paleoambientales llevados a cabo sobre espeleotemas han proporcionado una alta resolución para reconstruir las variaciones paleohidrológicas durante el Holoceno en el centro de Italia (Zanchetta *et al.*, 2007). Como pauta general, todos estos registros indican una evolución general de condiciones climáticas más húmedas, durante el Holoceno inicial, a

condiciones más secas, posteriormente (p.e. Jalut *et al.*, 2000); hecho que es coherente con los cambios estacionales en la insolación inducidos por cambios orbitales (Wanner *et al.*, 2008). En cuanto a la identificación de acontecimientos de cambio climático abrupto, durante el Holoceno en Centroeuropa, parece claro, tras el estudio exhaustivo de niveles lacustres (Magny *et al.*, 2002, 2003; Magny, 2004), que los eventos fríos del Atlántico Norte (los llamados ciclos de 1500 años o eventos Bond) se observan como periodos caracterizados por un aumento de la humedad. Sin embargo, en el sur de Europa se dispone de muchos menos datos para discernir realmente la respuesta de los ecosistemas terrestres a los rápidos cambios climáticos holocenos.

En el noroeste de España, en la provincia de Asturias, se ha sondeado el fondo lacustre de un área elevada en las montañas cantábricas, el del Lago Enol, que ha demostrado ser muy sensible a los cambios climáticos desde el último periodo glacial (40000 cal BP) (Moreno *et al.*, en revisión-a). Varios estudios palinológicos se han llevado a cabo en este área cantábrica (p.e. Lago Ercina, Menéndez Amor, 1975; depresión de Comeya, Ruiz Zapata, *et al.*, 2001a, Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Puerto de Tarna, Ruiz Zapata *et al.*, 2000, Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Cortegero, Ruiz Zapata *et al.*, 2001b, Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), pero ninguno de ellos son registros que contengan información sobre el Holoceno completo, no se han estudiado bajo un punto de vista multidisciplinar, y no están lo suficientemente bien datados para reconstruir la historia climática de la región y discernir la importancia del impacto humano a lo largo del Holoceno.

Para este registro, el del Lago Enol (Foto 6.14), el objetivo es tanto la reconstrucción paleohidrológica y paleoclimática del Holoceno gracias al estudio polínico y los datos aportados por los estudios sedimentológicos y geoquímicos, como la identificación del impacto antrópico, en una zona tan sensible como es la alta montaña, y a dos escalas muy diferentes como son las que aportan el sondeo largo (milenios) y el corto (décadas).

6.5.2. Área de estudio

El Lago Enol se localiza en el Parque Nacional de los Picos de Europa, al este de la Cordillera Cantábrica. El paisaje actual es el resultado de un relieve creado durante la Orogenia Alpina (Alonso *et al.*, 1996). En las partes más elevadas de éste se han preservado características glaciares, que han sido descritas por varios autores desde el inicio del siglo pasado (p.e. Hernández Pacheco, 1914; Obermaier, 1914), y también más recientemente (Moreno *et al.*, en revisión-a). Concretamente, el Lago Enol se localiza en la parte occidental del macizo de los Picos de Europa, rodeado por crestones calcáreos. En la parte norte, estos crestones lo separan de la depresión de Comeya, que fue un paleolago en el pasado (Farias *et al.*, 1990, 1996).

El Lago Enol se encuentra en el piso montano, a unos 1070 m de altitud, dentro de un ombroclima entre húmedo e hiperhúmedo, siendo sus coordenadas: 43° 26' 20.08" N, 4° 59' 32.04" O (Fig. 6.25 y Foto 6.15).

Perteneciendo a la Región Eurosiberiana, con características climáticas templado-húmedas, se favorece el desarrollo de densas formaciones de bosque



Foto 6.14: Vista del Lago Enol.

planocaducifolio, principalmente en las laderas expuestas a los vientos oceánicos, donde, además, las turberas son abundantes. Las zonas boscosas están dominadas por *Quercus* caducifolios, principalmente de *Quercus robur*, con *Betula alba*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa* o *Acer* sp.; junto con extensiones de matorral de Ericaceae y Fabaceae y amplias zonas herbáceas con Poaceae mayoritariamente. En los lugares más húmedos, *Fagus sylvatica* es la especie dominante. Formaciones de perennifolios esclerófilos con *Quercus ilex* spp. *ballota*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*, *Ruscus aculeatus*, *Ligustrum vulgare*, *Phillyrea media*, *Rubia Peregrina* y *Smilax aspera* se desarrollan en las zonas más soleadas sobre crestones calcáreos (Peinado-Lorca & Rivas-Martínez, 1987; Costa Tenorio *et al.*, 2001). Estas formaciones de esclerófilos y termófilos se interpretan como relictas de los períodos más cálidos y secos

que ocurrieron durante el Pleistoceno, estando ahora restringidas a determinados enclaves con topografía favorable o condiciones edáficas apropiadas (Costa Tenorio *et al.*, 2001; García Antón *et al.*, 2006). Los márgenes de Enol están ocupados por un cinturón de vegetación herbácea constituido por especies de Poaceae, Fabaceae, Asteraceae y Cyperaceae. Desde época histórica la cuenca y toda la región circundante han sido sometidas a una intensa actividad antropogénica, que ha llevado a la deforestación de los bosques y a la creación de un paisaje de pastizales alpinos y prados para el pastoreo de ganado (Suárez Antuña *et al.*, 2005).

La ubicación del Lago Enol hace sospechar que los datos obtenidos del estudio polínico y sedimentológico de su registro sondeado muestren la sensibilidad de este registro al cambio climático, ya que

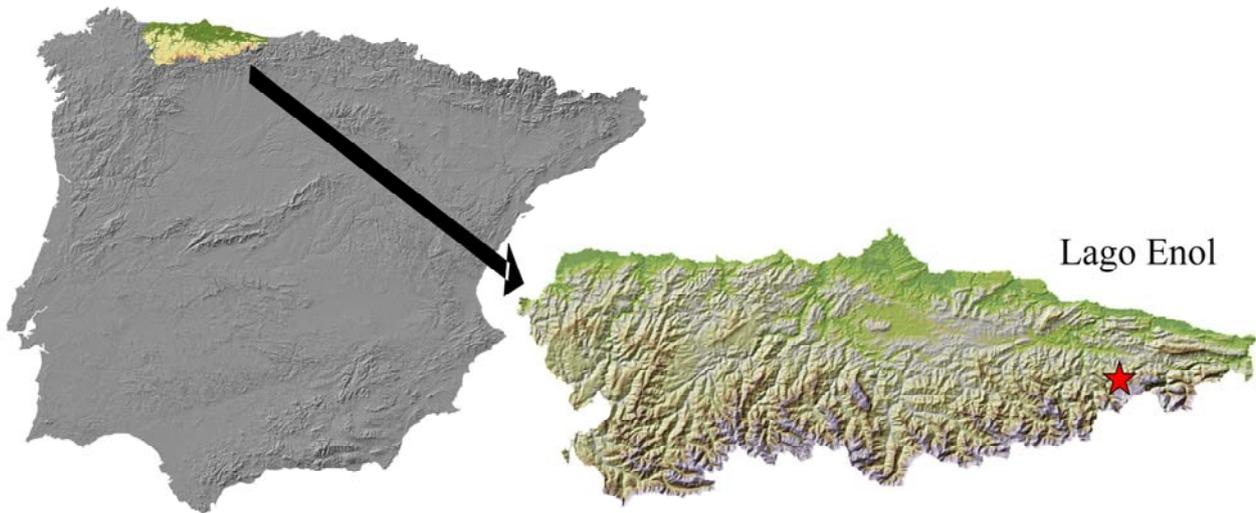


Figura 6. 25: Localización del Lago Enol.



Foto 6.15: Vista aérea de la zona del Lago Enol, donde se indica la zona de muestreo.

está situado cerca de la actual línea de vegetación arbórea.

6.5.3. Material estudiado

El material estudiado del Lago Enol se obtuvo gracias a la colaboración con Ana Moreno Caballud, Penélope González Sampériz y Blas L. Valero Garcés, del G.I. Geomorfología y Cambio Global del Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). Parte de los datos geoquímicos y sedimentológicos realizados por este equipo se comentan y presentan gracias a su cortesía.

- Sondeo largo: ENO04-1D-1K

En total se efectuaron seis sondeos largos en el Lago Enol por medio de una sonda de pistón Kullenberg modificada sobre una plataforma flotante del Limnological Research Centre (LRC), University of Minnesota (Estados Unidos). Uno de ellos (ENO04-1D-1K) se seleccionó para su estudio palinológico debido a su localización en la parte central y más profunda de la cuenca lacustre (a 21.5 m por debajo de la lámina de agua del lago). Este sondeo posee una profundidad de casi 6 m, de los cuales, para esta Tesis Doctoral, se han estudiado sólo los primeros 165 cm, correspondientes a la transición Pleistoceno/Holoceno y al Holoceno. En total se han

estudiado palinológicamente 33 muestras, a intervalos de unos 5 cm; y se han realizado 7 dataciones radiocarbónicas (Tabla 6.5), todas ellas AMS, algunas directamente sobre el sedimento y otras sobre restos vegetales y carbones encontrados.

El equipo del Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.) ha descrito las distintas unidades sedimentológicas de la secuencia y estudiado algunos marcadores geoquímicos. Con las dataciones se elaboró un modelo de edad-profundidad en el Instituto Pirenaico de Ecología, seleccionándose la mediana del intervalo de calibración a 1σ (Fig. 6.26). La cronología de la secuencia fue construida por interpolación entre dataciones usando una técnica generalizada para este tipo de contextos llamada ‘*mixed-effect regression*’, que tiene en cuenta el error de cada fecha y da prioridad a una tasa de sedimentación constante (Heegaard *et al.*, 2005). Gracias al modelo cronológico obtenido se ha observado una tasa de sedimentación variable en la secuencia del Lago Enol. La Unidad Sedimentológica 2 (ENO04-1), correspondiente al *Younger Dryas*, tiene una tasa de sedimentación muy lenta (3.2 cm/kyrs); mientras que la Unidad Sedimentológica 1 (ENO04-2), que cubre el Holoceno, tiene una tasa de sedimentación relativamente alta y constante (17 cm/ka), excepto para los últimos 30 cm, donde decrece a 7.7 cm/ka (Fig. 6.26).

Referencia laboratorio	Muestra	Profundidad (cm)	Material datado	Método	Datación ^{14}C BP	Edad calibrada cal BP (2σ)	Punto de mayor probabilidad cal BP	Edad calibrada cal BC (2σ)
Poz-18434	ENO04-1D-1K-1-007	3	sedimento	AMS	2515 ± 35	2471-2741	2590	792-522
Law-135490	ENO04-1D-1K-1-035	31	carbón	AMS	5270 ± 60	5917-6200	6060	4251-3968
Poz-15968	ENO04-1D-1K-1-064	60	sedimento	AMS	6660 ± 40	7460-7605	7530	5656-5511
Law-137659	ENO04-1D-1K-1-095	90	carbón	AMS	7875 ± 50	8550-8976	8690	7027-6878
Poz-12967	ENO04-1D-1K-1-137	133	sedimento	AMS	8780 ± 50	9561-10124	9800	8175-7612
Poz-18435	ENO04-1D-1K-2-002	150	restos vegetales	AMS	9050 ± 50	9962-10371	10220	8422-8013
Poz-20060	ENO04-1D-1K-2-012	160	sedimento	AMS	10560 ± 50	12395-12761	12600	10812-10446

Tabla 6.5: Dataciones radiocarbónicas obtenidas en el Lago Enol. Se han realizado tanto en Poznań Radiocarbon Laboratory (Adam Mickiewicz University, Poznań, Polonia) como en Center of Accelerator Mass Spectrometry (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Estados Unidos).

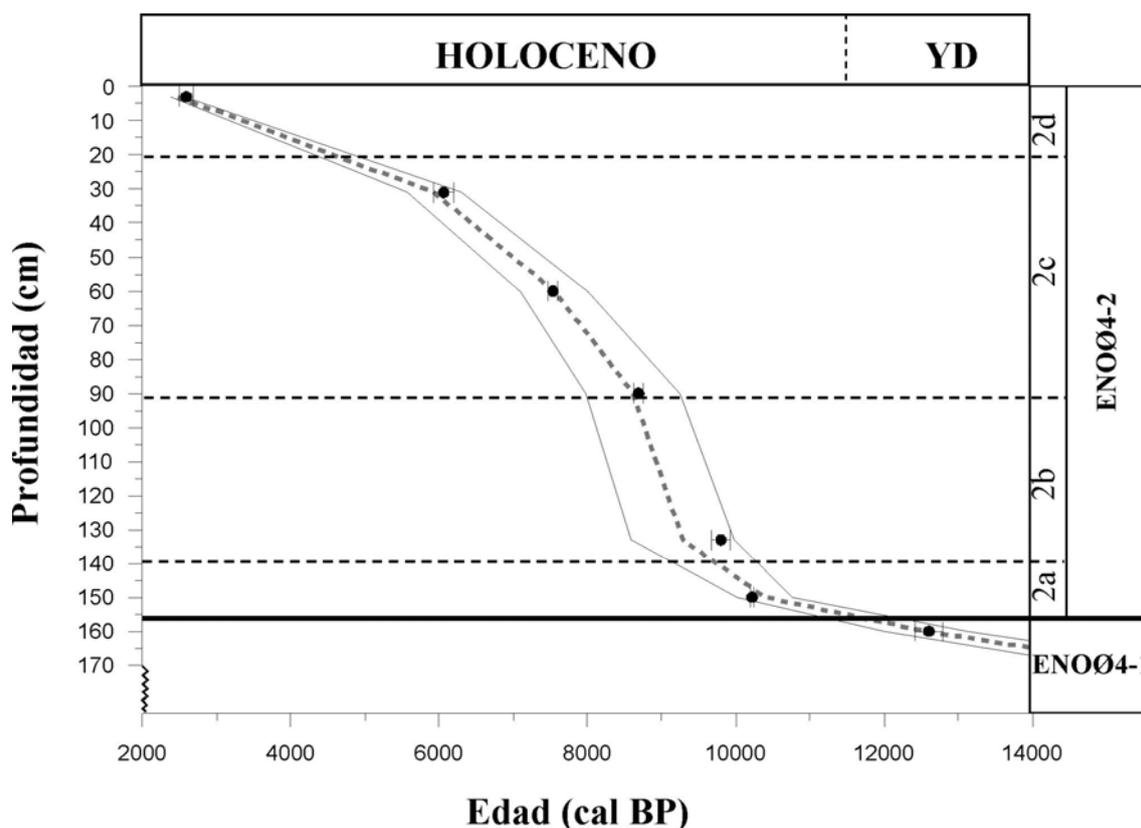


Figura 6.26: Modelo de edad-profundidad para el sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K) basado en una función del tipo ‘mixed-effect regression’ (Heegaard *et al.*, 2005). Los círculos representan los puntos de mayor probabilidad de las dataciones, las barras de error reflejan los intervalos de calibración, mientras que la trama continua representa el error de las dataciones.

Con los datos obtenidos del estudio polínico se efectuó el análisis de rarefacción de las 33 muestras analizadas.

- **Sondeo corto: ENOØ7-1C-1M**

Un total de cinco sondeos cortos fueron recogidos del Lago Enol con el sistema *Uwitec* descrito en el apartado de material y métodos. El sondeo ENOØ7-1C-1M fue en el que se realizó el análisis polínico. Este sondeo posee una potencia de 38 cm, y en total se estudiaron 19 muestras polínicas a intervalos de 2 cm. Estas mismas muestras se sometieron al análisis de rarefacción para calcular la diversidad polínica.

Este sondeo no se ha datado, pero sí uno de los otros cuatro que también se recogieron (ENOØ7-1A-1M), en el que Daniel R. Engstrom, profesor de la University of Minnesota, ha efectuado una datación, mediante la técnica de ^{210}Pb , a los 20 cm, resultando una fecha de 1850 años cal AD. Considerando el techo del sondeo con la edad del año en el que se recogió (2007) se puede calcular una tasa de sedimentación lineal (LSR) de 0.12 cm/año para el sondeo ENOØ7-1A-1M. Comparando los datos de la curva TC (carbono total, tanto orgánico como inorgánico) de los dos sondeos cortos (Fig. 6.27), para correlacionar la datación y otros cambios que se observan, se ha estimado

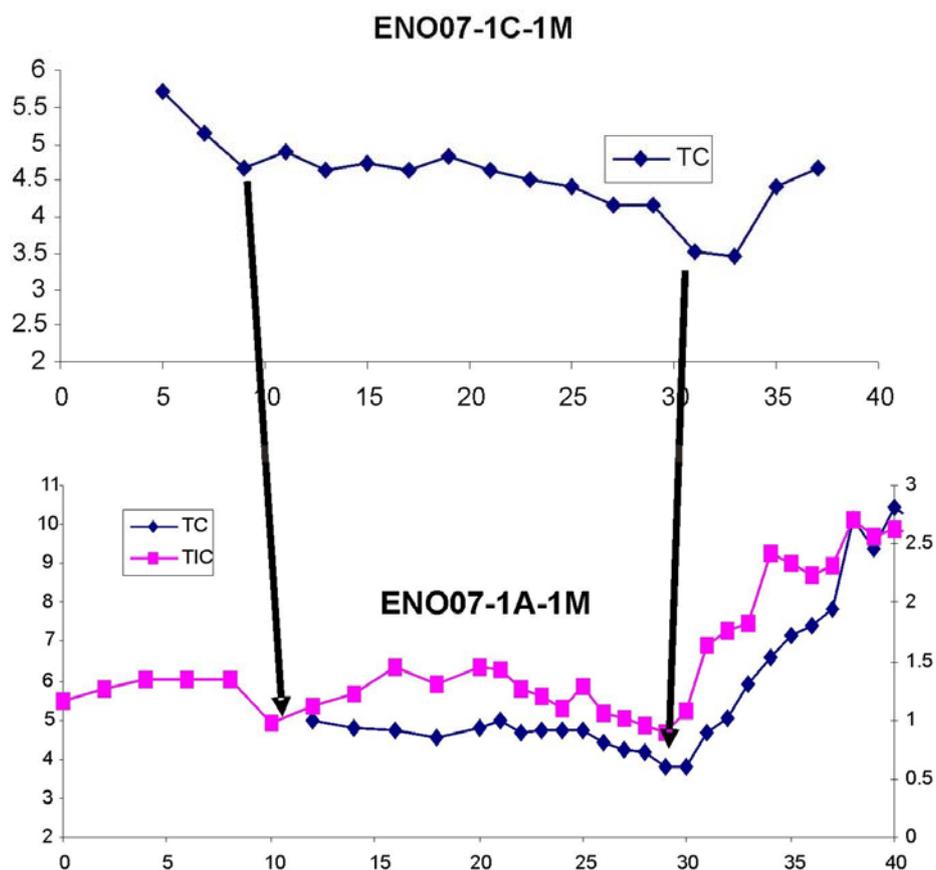


Figura 6.27: Relación entre los valores de carbono entre el sondeo corto del Lago Enol estudiado palinológicamente (ENO07-1C-1M) y el sondeo corto datado ENO07-1A-1M.

que el sondeo corto estudiado palinológicamente para esta Tesis Doctoral (ENO07-1C-1M) posee, aproximadamente, unos 300 años de antigüedad, y que a 21 cm le correspondería la edad de 1850 cal AD. En un futuro se datará este sondeo para asegurar que la asignación cronológica extrapolada para él es correcta (Moreno, com. pers.).

En total, comparando todos los cambios en las curvas de carbono, se han extrapolado varias fechas:

- 38 cm: 1700 cal AD
- 29 cm: 1770 cal AD
- 21 cm: 1850 cal AD

- 11 cm: 1968 cal AD
- 5 cm: 1988 cal AD
- 0 cm: 2007 cal AD

Con estas fechas se ha elaborado un modelo edad-profundidad (Fig. 6.28). El hecho de que un acontecimiento como es el del final del evento climático frío de la Pequeña Edad del Hielo haya podido identificarse en los datos polínicos, al igual que la aparición en el diagrama de polen de *Eucalyptus*, y no haya discrepancias con la cronología extrapolada, apoya el modelo de edad presentado para esta secuencia a la espera de confirmarlo con varias dataciones radiocarbónicas.

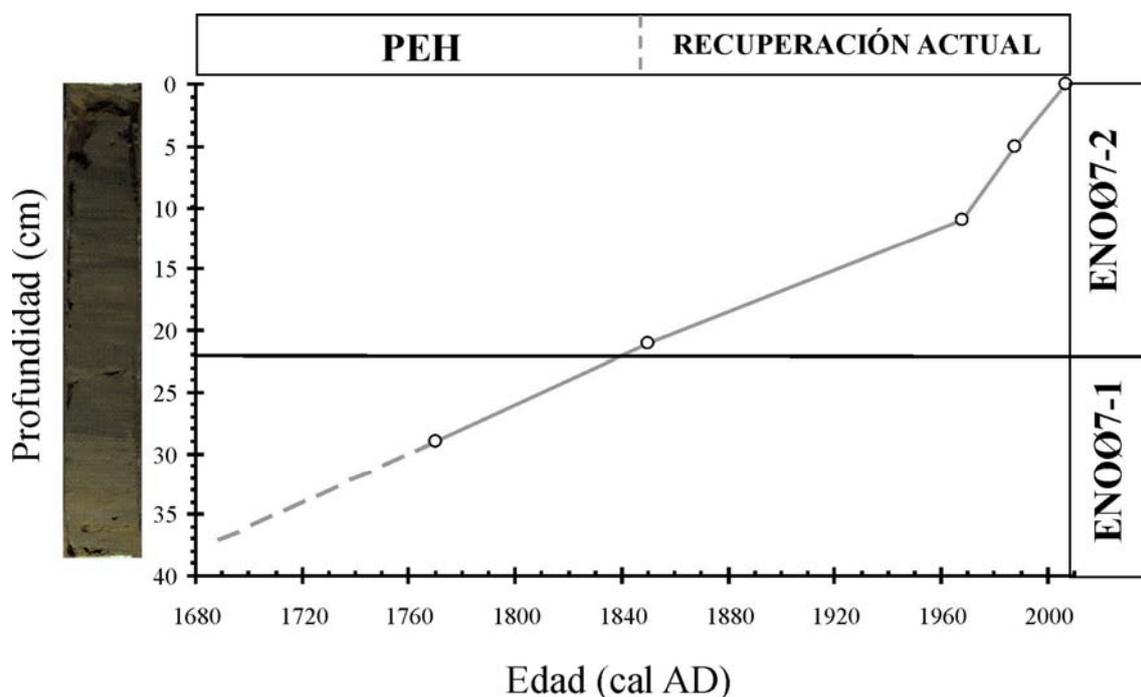


Figura 6.28: Modelo de edad-profundidad para el sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M), e imagen del registro sedimentario obtenido.

6.5.4. Resultados

- Sondeo largo: ENO04-1D-1K

Las siete dataciones radiocarbónicas realizadas en el sondeo largo del Lago Enol quedan recogidas en la Tabla 6.5, con sus respectivas calibraciones en cal BP y cal BC. Con ellas se ha elaborado el modelo de edad-profundidad para el registro, de la manera antes descrita, que abarca desde *ca.* 13500 cal BP hasta *ca.* 2200 cal BP. Este modelo se muestra en la Fig. 6.26.

Un resumen de las propiedades geoquímicas, junto con las características sedimentológicas, del sondeo largo del Lago Enol puede verse en la Fig. 6.29. Estos datos proceden de la colaboración antes mencionada con los investigadores del Instituto Pirenaico de Ecología (Moreno *et al.*, en revisión-b).

Los diagramas polínicos de porcentajes y concentraciones quedan expuestos en las Figs. 6.30a-c y Figs. 6.31a-c, respectivas, mientras que el gráfico de rarefacción puede verse en la Fig. 6.32. Tanto con las características geoquímicas y sedimentológicas, como con los resultados obtenidos con la zonación realizada con el CONISS, se han diferenciado dos zonas polínicas principales.

La secuencia polínica del sondeo largo del Lago Enol se caracteriza por un intenso desarrollo de las formaciones boscosas mesófilas desde el inicio del Holoceno, probablemente relacionado con la proximidad de áreas refugio durante las épocas glaciares, tal y como se ha observado en otros registros montañosos en el norte de la Península Ibérica (p.e. Laguna Lucenza en la Sierra de Queixa, Santos *et al.*, 2004; la zona del Lago de Sanabria en los Montes de León, Muñoz Sobrino *et al.*, 2004; la turbera

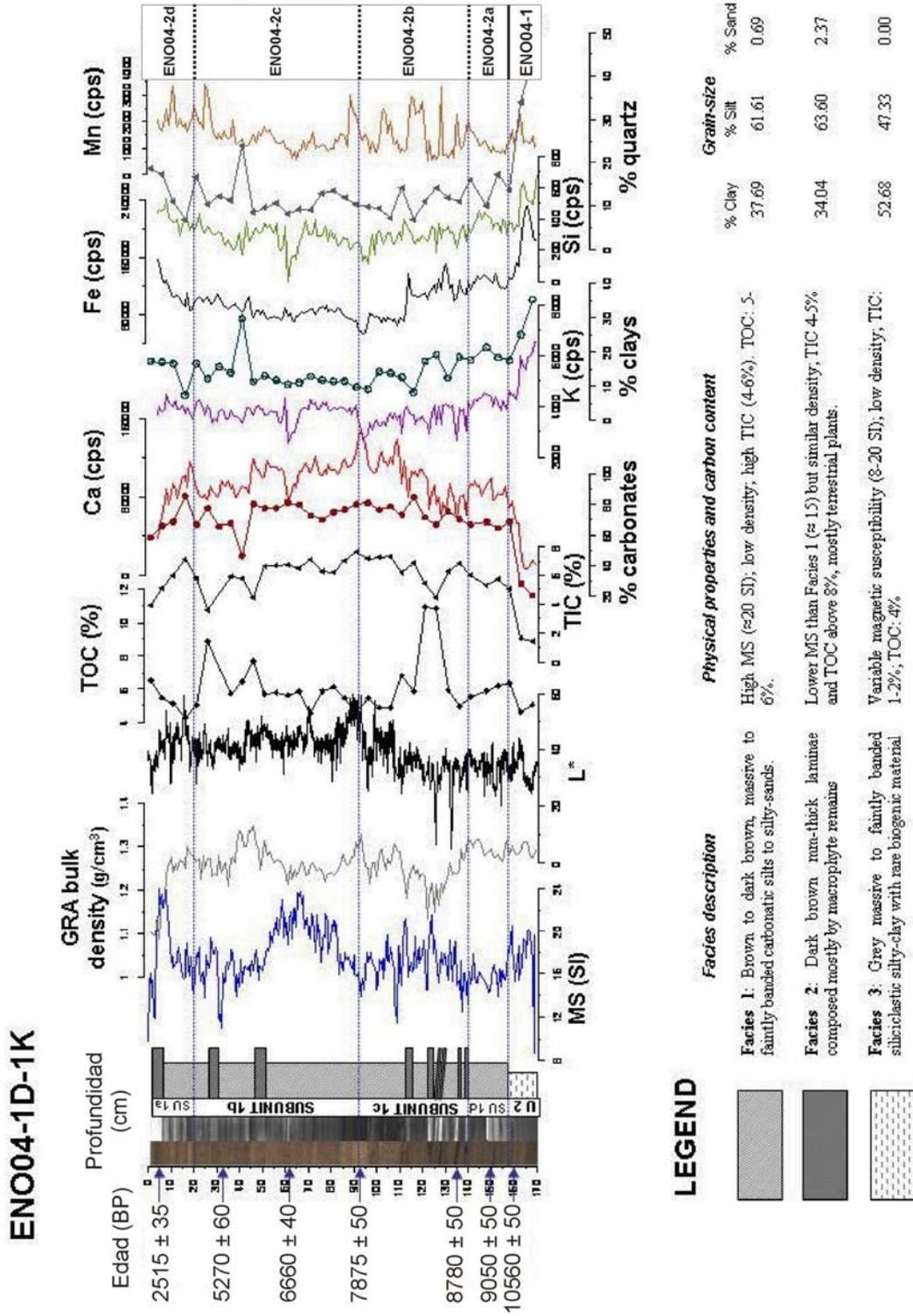


Figura 6.29: Facies sedimentarias, susceptibilidad magnética, y densidad del sedimento medidas por GEOTEK, porcentaje de Carbono Inorgánico Total (TIC) y Carbono Orgánico Total (TOC), y media de los datos de Fluorescencia de rayos-X (Si, K, Ca, Mn, Fe) del sondeo ENO04-1D-1K. Los porcentajes de calcita, arcillas y cuarzo obtenidos por XRD también se muestran. Se indican las dataciones y la correspondencia con las zonas polínicas. Modificado de Moreno *et al.* (en revisión-b).

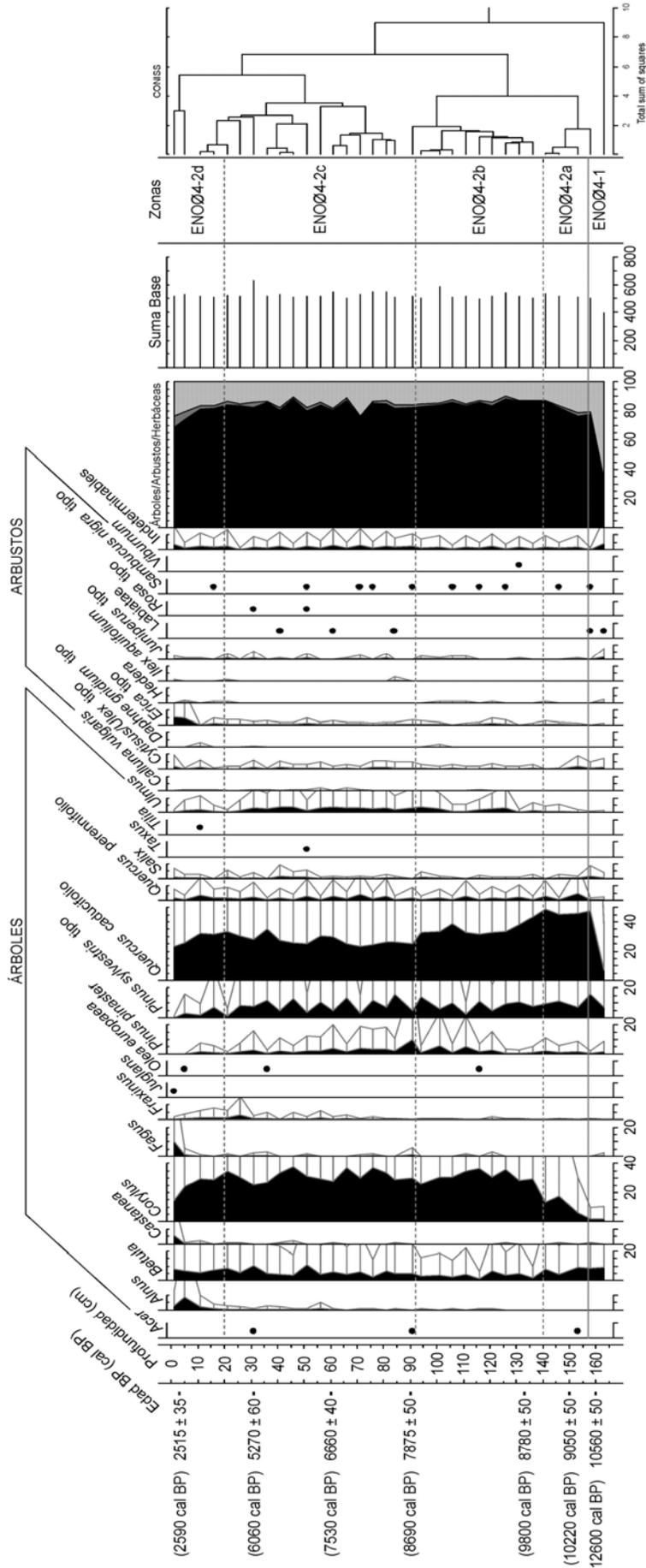


Figura 6.30a: Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-1D-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

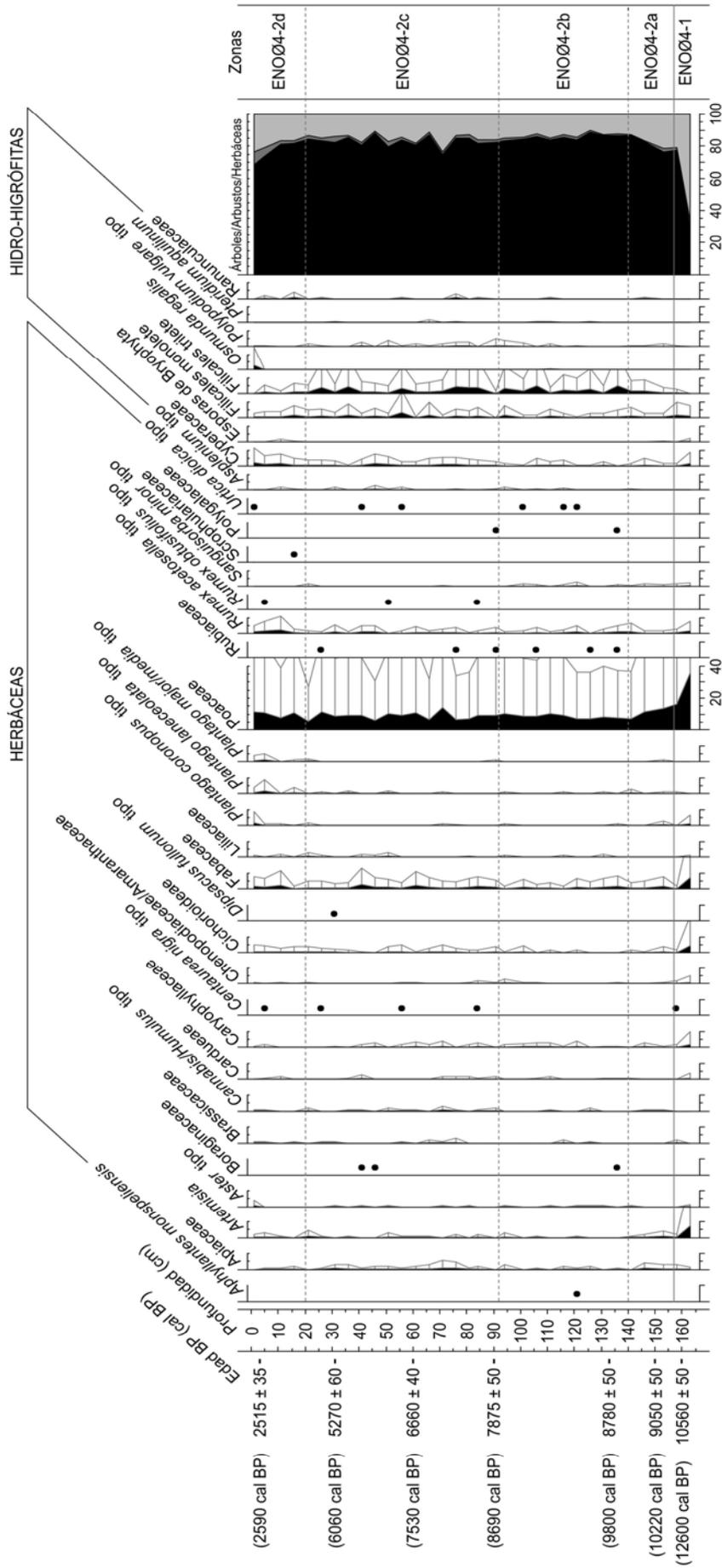


Figura 6.30b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas e hidro-higrófitas) del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-1D-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

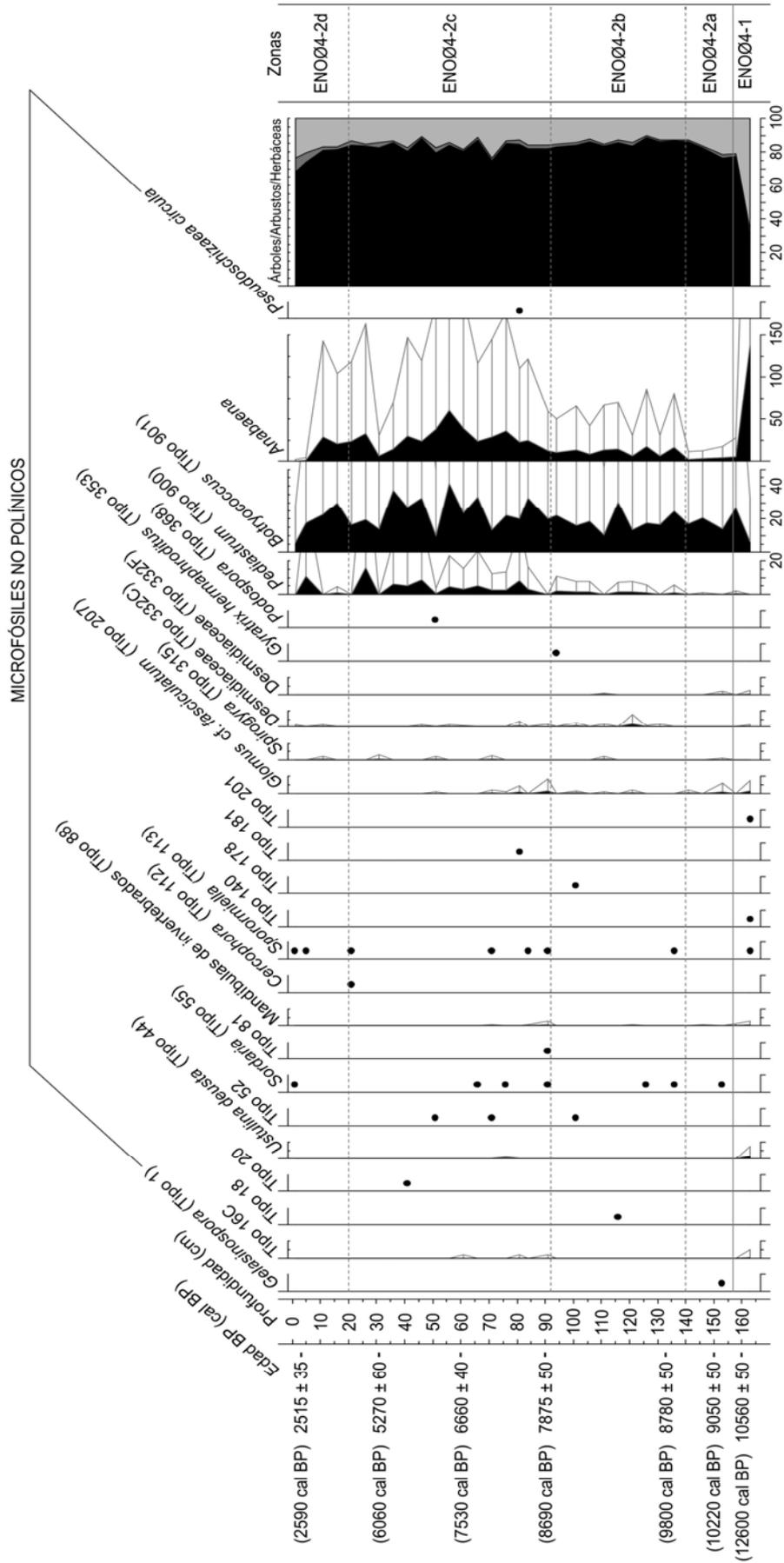


Figura 6.30c: Diagrama polínico de porcentajes (microfósiles no polínicos) del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-ID-1K). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

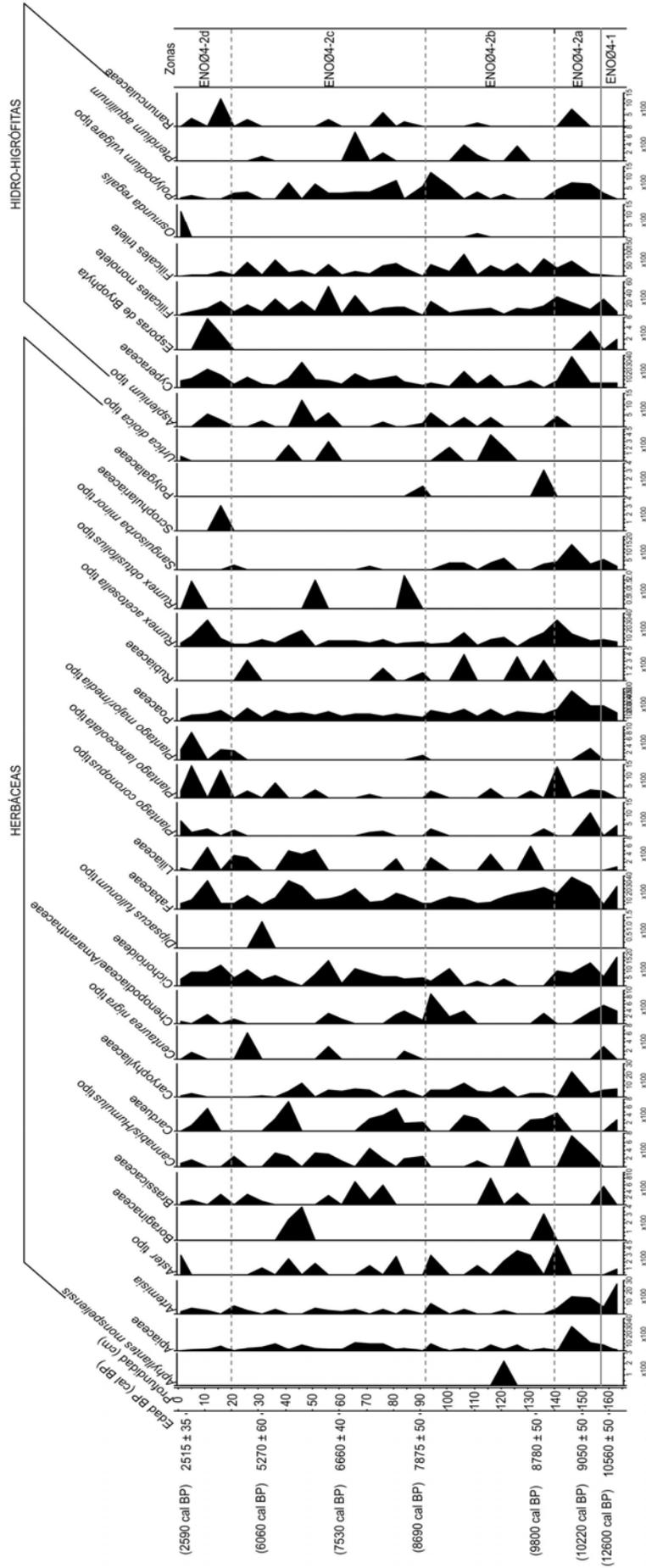


Figura 6.31b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas e hidro-higrófitas) del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-1D-1K).

6. Resultados e interpretación de las secuencias

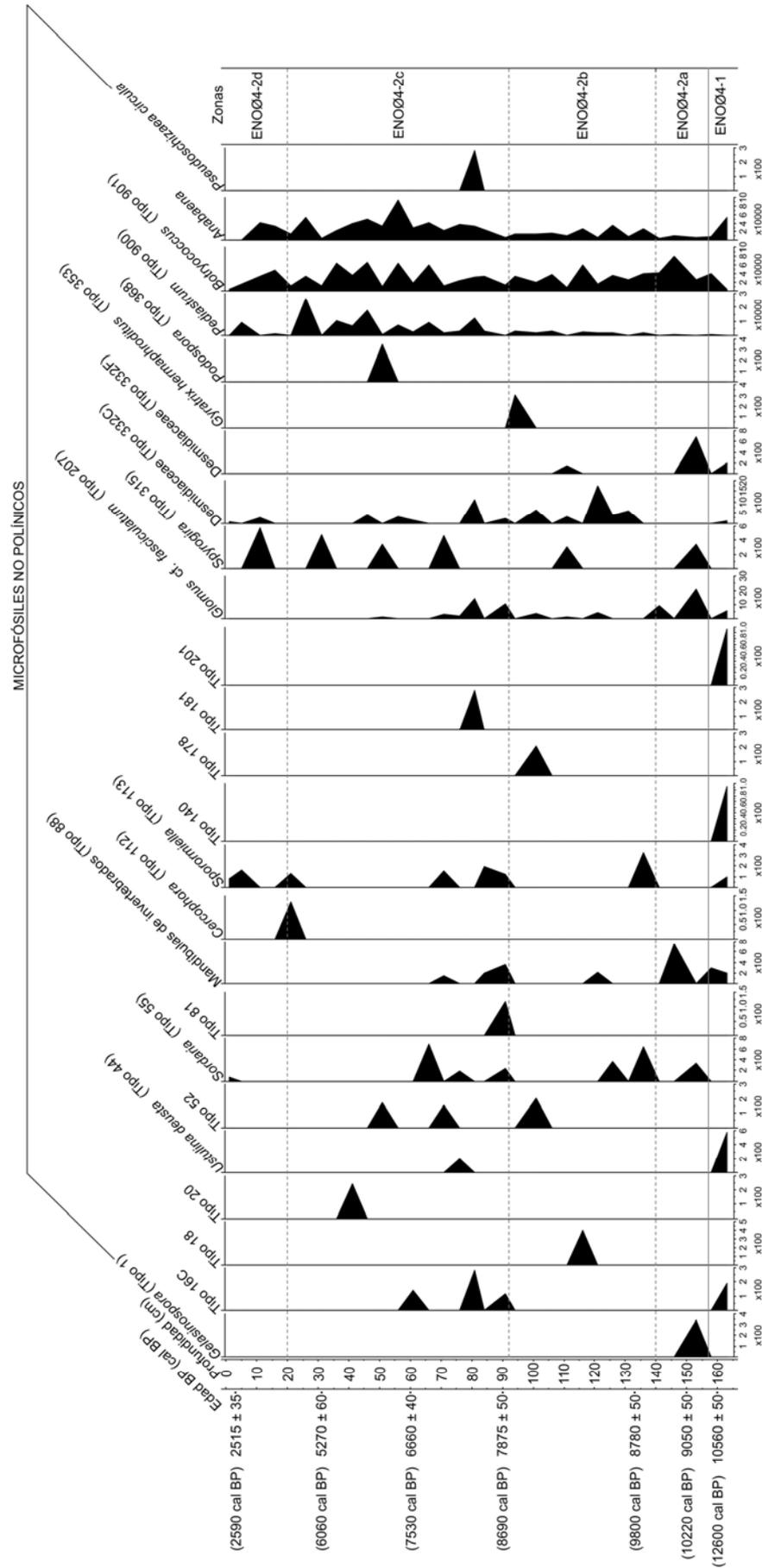


Figura 6.31c: Diagrama polínico de concentraciones (microfósiles no polínicos) del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-1D-1K).

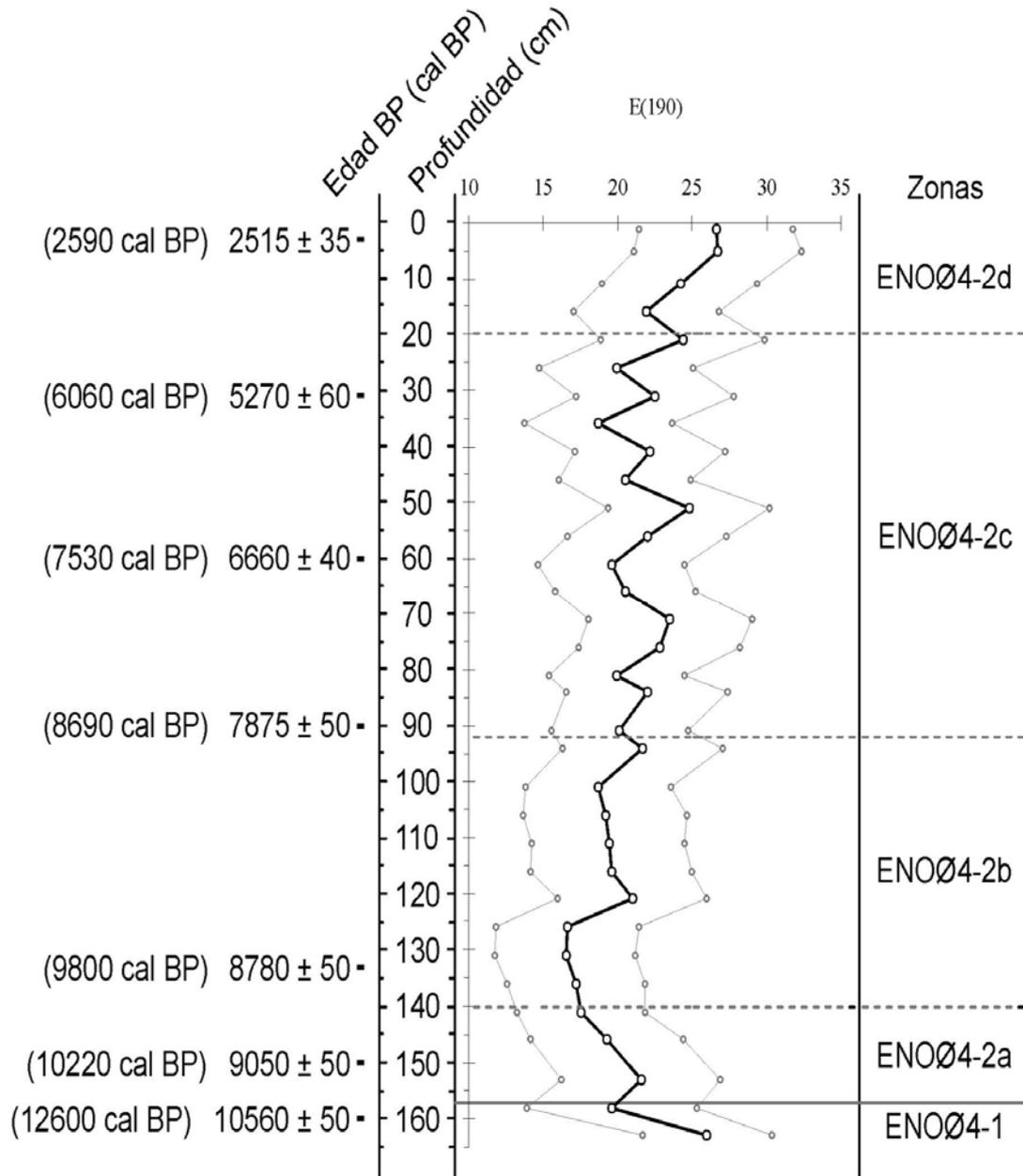


Figura 6.32: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el sondeo largo del Lago Enol (ENOØ4-1D-1K) cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.

de El Portalet en el Pirineo central español, González-Sampériz *et al.*, 2006). Además, la mayor parte de la secuencia muestra un bosque mixto relativamente estable y bien desarrollado, que sin embargo recoge algunas tendencias climáticas de acuerdo con las características sedimentológicas. En este sentido, se han identificado dos zonas polínicas principales en el sondeo ENOØ4-1D-1K, sobre todo teniendo en cuenta las diferencias en el porcentaje de polen arbóreo, y cuatro subzonas se han definido en la zona ENOØ4-2, en concordancia con las subunidades sedimentológicas.

ZONA ENOØ4-1 (Unidad Sedimentaria 2: 165-157 cm)

Esta zona polínica corresponde con una cronología de entre *ca.* 13500-11500 cal BP. La base del registro muestra un paisaje abierto, consistente principalmente en extensiones de Poaceae (30-35%). Otros taxa presentes en estas formaciones herbáceas son *Artemisia* (7%), Fabaceae (7%), Cichorioideae (5%), Cardueae (1%), Caryophyllaceae (2%), Chenopodiaceae/ Amaranthaceae (1%), Apiaceae (<1%) y *Rumex acetosella* tipo (1.5%), y en total las herbáceas dominan los porcentajes, que son cercanos al 50-65%. Los porcentajes arbóreos son los más bajos de toda la secuencia (30-50%), siendo *Pinus sylvestris* tipo (15%) y *Betula* (10%) los dominantes. Otros taxa arbóreos identificados, aunque con muy bajos porcentajes, son *Quercus* caducifolio (10%), *Corylus* (2%) y *Salix* (2%), incluyendo la presencia esporádica de *Fagus* (<1%). Los taxa arbustivos, que en general no sobrepasan el 4%, mejor representados son *Juniperus* tipo (1.5%) y *Cytisus/Ulex* tipo (1.5%). Las plantas hidrohigrófitas reseñables son Cyperaceae (<2%) y Filicales monolete (<2%). *Anabaena*

(>100%), *Ustulina deusta* (Tipo 44) (1.5%), Tipo 16C (0.5%) y *Glomus cf. fasciculatum* (Tipo 207) (1.5%), son los microfósiles no polínicos más importantes. Los valores de *Anabaena* son los más elevados de toda la secuencia. Los valores de diversidad polínica también son altos (20-25 tipos esperados); mientras que la concentración polínica es la más baja de todo el diagrama. Esta zona polínica es coherente con las todavía frías y relativamente áridas condiciones asociadas al final del Tardiglaciario, en concordancia con el modelo cronológico.

ZONA ENOØ4-2 (Unidad Sedimentaria 1: 157-0 cm)

Esta zona polínica abarca desde *ca.* 11500 hasta 2200 cal BP. A lo largo de la misma se observa un rápido desarrollo del bosque, alcanzando los porcentajes arbóreos altos valores entre 70-90%, y las concentraciones polínicas son mayores que en la zona anterior. Los elementos mesófilos planocaducifolios son los dominantes, pero es destacable la continua presencia de *Pinus* durante toda la zona. Dentro de ésta se han diferenciado cuatro subzonas, en concordancia con las cuatro subzonas sedimentológicas:

Subzona ENOØ4-2a (Subunidad Sedimentaria 1d: 157-140 cm): esta subzona abarca desde *ca.* 11500 hasta 9750 cal BP, y en ella los valores de polen arbóreo incrementan marcadamente hasta *ca.* 85% en el techo de la subzona, y mayoritariamente están dominados por el rápido aumento de *Quercus* caducifolio (45%). *Betula* (8%) y *Pinus sylvestris* tipo (10%) constituyen, junto con *Corylus* (15%), el típico espectro de polen arbóreo de inicios del Holoceno en las montañas del norte de la

Península Ibérica. *Quercus perennifolia* también está presente aquí, al igual que en toda la secuencia, aumentando sus porcentajes de un 0.5 a más de un 3%. Otros mesófitos, como *Fraxinus* y *Ulmus*, aparecen al inicio de esta subzona con menos de un 1%, y se expandirán gradualmente durante las siguientes subzonas. Los porcentajes de las formaciones herbáceas disminuyen del 65% en ENOØ4-1 al 15%, siendo Poaceae el único reseñable con un 10%. Los taxa arbustivos apenas están representados (1%); mientras que los taxa hidro-higrófitos se incrementan, principalmente Filicales monolete (>2%) y trilete (2%). *Botryococcus* (>15%) es el microfósil no polínico mejor representado en este periodo, como es usual en otros registros lacustres durante el Holoceno inicial. Estos datos permiten deducir claramente una mejora climática a nivel tanto regional (rápida expansión forestal) como local (incremento de taxa hidro-higrófitos y *Botryococcus*, asociados a un mayor nivel del lago), mostrando el incremento de las temperaturas y la disminución de las características áridas usualmente asociadas al inicio del Holoceno. Los valores de diversidad polínica oscilan entre 17.5 y 21.6 tipos polínicos esperados.

Subzona ENOØ4-2b (Subunidad Sedimentaria 1c: 140-92 cm): cronológicamente se sitúa entre ca. 9750-8600 cal BP. En ella, los porcentajes de polen arbóreo son los más elevados de toda la secuencia (80-90%). Se establece un bosque mixto planocaducifolio en el área con *Corylus* (26-37%), *Quercus caducifolia* (32-38%), *Betula* (<7%), y otros mesófitos como *Salix*, *Ulmus* y *Fraxinus*, con porcentajes entre el 1 y el 3%, como los principales taxa arbóreos. *Pinus sylvestris* tipo (10%), *Pinus pinaster* (5%) y *Quercus*

perennifolia (<3%) continúan también presentes y *Olea europaea* tiene su primera aparición. Los arbustos siguen estando pobremente representados (<2%), y el estrato herbáceo es similar al de la subzona anterior (10-15%). Los valores de las plantas hidro-higrófitas incrementan, mientras que *Anabaena* tiene bajos porcentajes (10-15%) y *Botryococcus* continua con valores similares a los de la subzona previa, indicando el mantenimiento de las condiciones húmedas. Los valores de diversidad polínica son similares a los de la subzona anterior.

Subzona ENOØ4-2c (Subunidad Sedimentaria 1b: 92-20 cm): cronológicamente corresponde al intervalo de entre ca. 8600-4650 cal BP. En esta subzona los porcentajes de polen arbóreo continúan siendo los dominantes (70-80%), haciendo referencia a un bosque planocaducifolio bien establecido, aunque los valores fluctúan ligeramente a lo largo de la subzona. Los principales taxa arbóreos son los mismos que en ENOØ4-2b, pero *Fraxinus* y *Salix* incrementan sus valores, *Fagus* es frecuente, y la curva de *Alnus* empieza a ser continua. *Cytisus/Ulex* tipo (1%) y *Juniperus* tipo (0.5%) son los principales taxa del estrato arbustivo, aunque sus valores siguen siendo muy bajos. Las plantas hidro-higrófitas están bien representadas, con una mayor presencia de Ranunculaceae, el desarrollo de Cyperaceae alrededor de la cuenca (2%), y el aumento también de los helechos como Filicales trilete (>2%), monolete (3%) y *Asplenium* tipo. Se observa, además, un incremento general de los porcentajes de los microfósiles no polínicos, sobre todo de *Anabaena* (20-30%) y *Pediastrum* (2.5-16%), además de fluctuaciones en los valores de *Botryococcus*. Este patrón podría

relacionarse con un descenso general de las condiciones húmedas previas. La diversidad polínica posee, en general, valores más altos que en la subzona anterior, identificándose tres máximos: *ca.* 71 cm (23.5 tipos esperados), 51 cm (24.8 tipos esperados), y 21 cm (24.4 tipos esperados).

Subzona ENO04-2d (Subunidad Sedimentaria 1a: 20-0 cm): con una cronología entre 4650-2200 cal BP, en esta subzona se detectan cambios con respecto a las anteriores. Aunque el estrato arbóreo es el grupo todavía dominante (70%), se observa como los porcentajes de taxa arbustivos incrementan (de un 2 a un 8%), sobre todo *Erica* tipo (5%), *Calluna vulgaris* (1%) y *Cytisus/Ulex* tipo (2%). También se observan cambios importantes en la composición arbórea, ya que *Alnus* (1-8%), *Castanea* (0.5-5.5%) y *Fagus* (0.5-10%) incrementan sus valores, mientras que *Juglans* aparece por primera vez en el diagrama. Además, *Quercus caducifolio* (32-23%), *Corylus* (29-15%) y *Fraxinus* (2-0.5%) disminuyen los porcentajes hasta el techo de la subzona, y *Pinus sylvestris* tipo y *Pinus pinaster* desaparecen al final de la misma. Estos hechos, junto con la expansión de *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, *Plantago coronopus* tipo (los tres pasan de menos de un 0.5% a un 2%) y *Rumex acetosella* tipo (1.5%), además de la presencia de *Urtica dioica* tipo, *Artemisia*, Cichorioideae, Cardueae, *Aster* tipo, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, Caryophyllaceae, e incluso Fabaceae, señalan una evidente influencia de la actividad antrópica en la zona. Los porcentajes de *Anabaena* (20-0.5%) y *Botryococcus* (30-6%) decrecen progresivamente hasta el final de la subzona, al igual que los de *Pediastrum* tras su último pico; todo ello probablemente relacionado

con la expansión de Ranunculaceae (1%) y Cyperaceae (>2%), que alcanzan sus valores máximos de todo el registro. Los valores de diversidad incrementan, y entre 1-5 cm existe un nuevo máximo de unos 26.6 tipos polínicos esperados.

- **Sondeo corto: ENO07-1C-1M**

Los diagramas polínicos de porcentajes se muestran en las Figs. 6.33a-c, y los de concentraciones en las Figs. 6.34a-c; mientras que el gráfico de rarefacción se muestra en la Fig. 6.35. El modelo de edad-profundidad está representado en la Fig. 6.28.

El espectro polínico del sondeo corto del Lago Enol se caracteriza por mostrar un ambiente muy antropizado durante los últimos 300 años que abarca. Esta antropización se debe, en su mayor parte, a procesos de pastoralismo en la zona. Dependiendo de la intensidad del pastoreo y los porcentajes de polen arbóreo, el programa CONISS ha diferenciados dos zonas polínicas:

ZONA ENO07-1 (38-22 cm)

Esta zona se caracteriza por un bajo porcentaje de las formaciones arbóreas (15-20%) durante los primeros 12 cm de la misma. Durante los últimos 4 cm se observa una recuperación del componente arbóreo, llegando a alcanzar al final de la zona un 30%. Los valores de concentración polínica hablan en el mismo sentido, ya que son bajos y tienden a elevarse en los últimos 4 cm de la zona. Este escaso componente arbóreo está formado mayoritariamente por taxa planocaducifolios como *Quercus caducifolio* (5-7.5%), *Fagus* (1-3.5%), *Corylus* (2.4-5%), *Castanea* (1.5-4.5%),

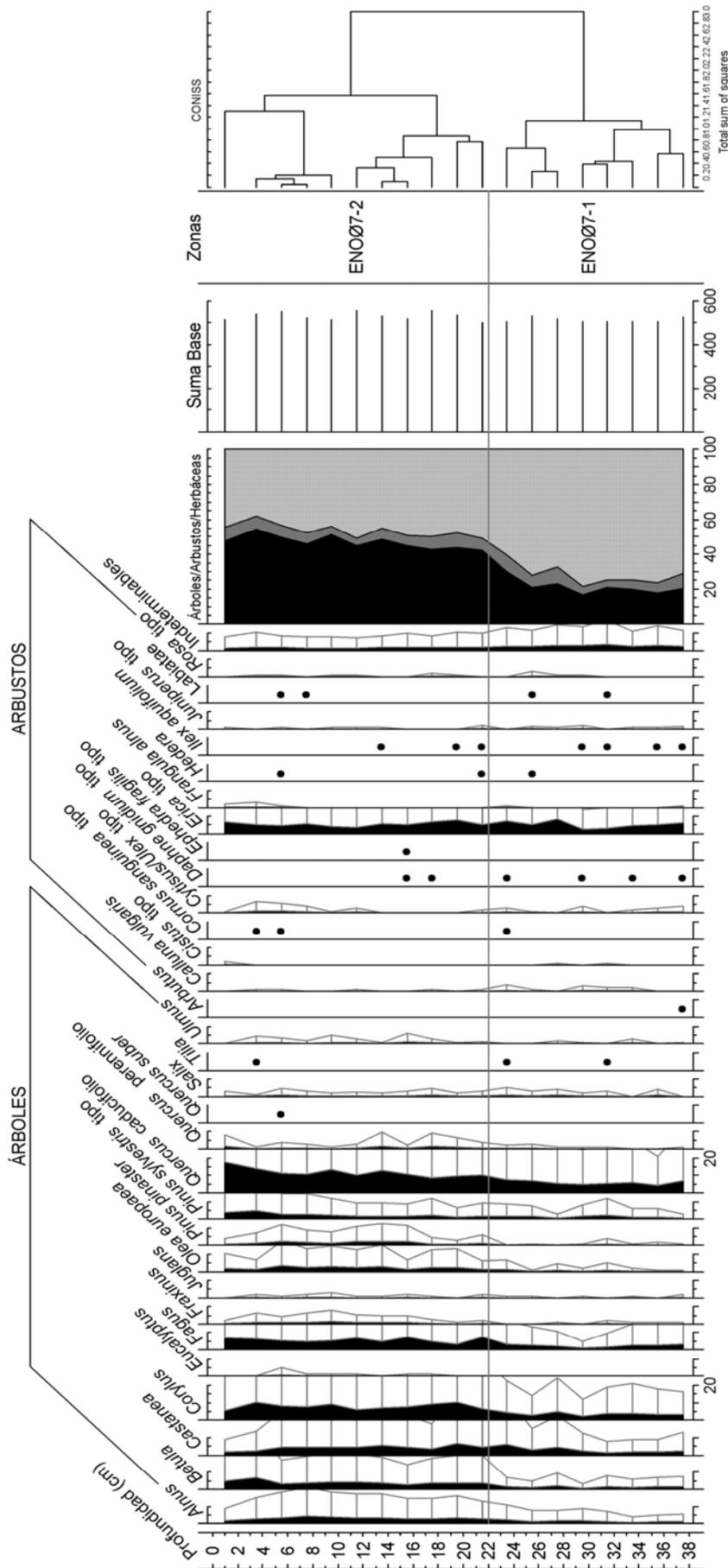


Figura 6.33a. Diagrama polínico de porcentajes (árboles y arbustos) del sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

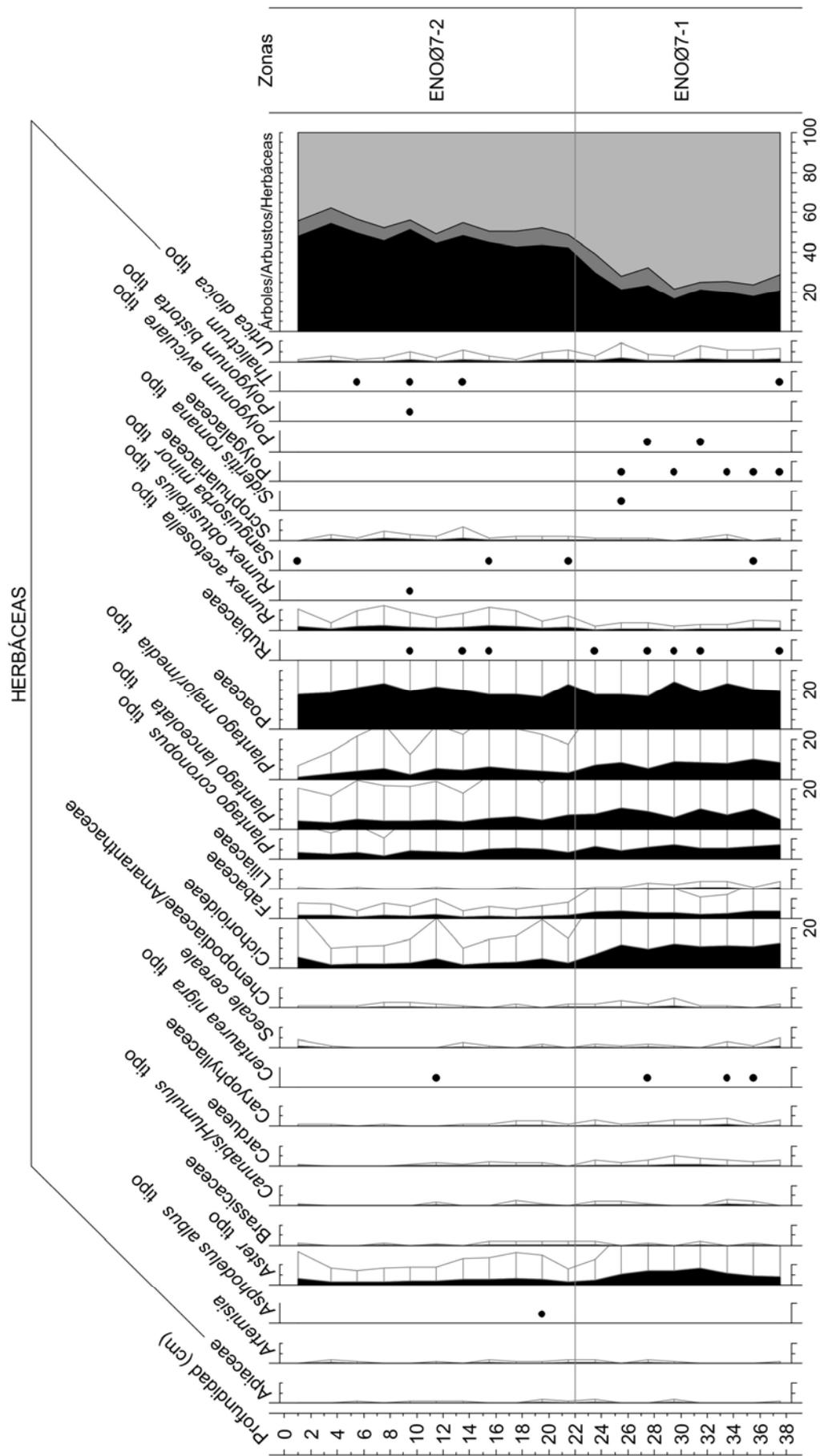


Figura 6.33b: Diagrama polínico de porcentajes (herbáceas) del sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

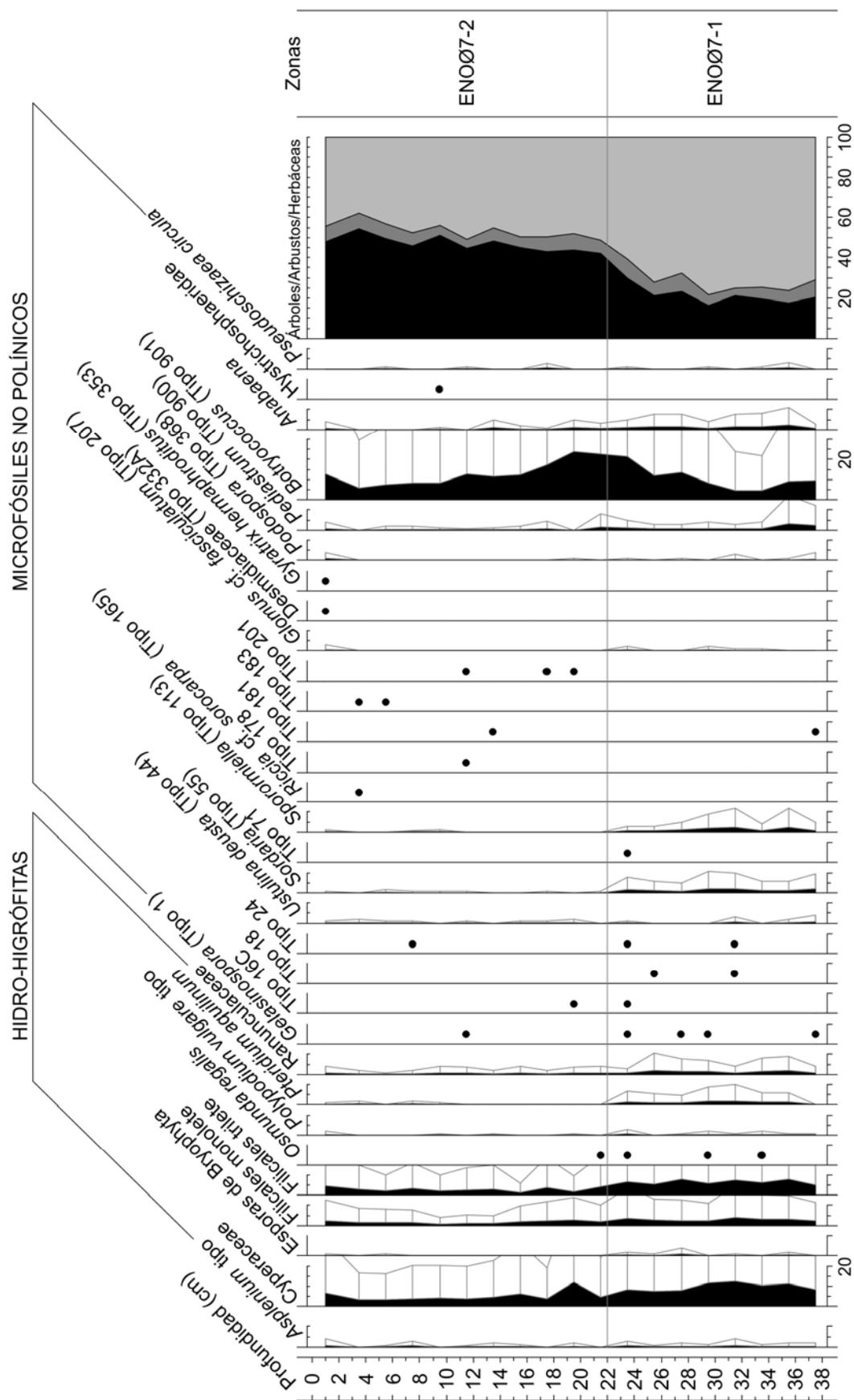


Figura 6.33c: Diagrama polínico de porcentajes (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos) del sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M). La exageración de las curvas es del 5%. Los puntos hacen referencia a porcentajes menores del 2%.

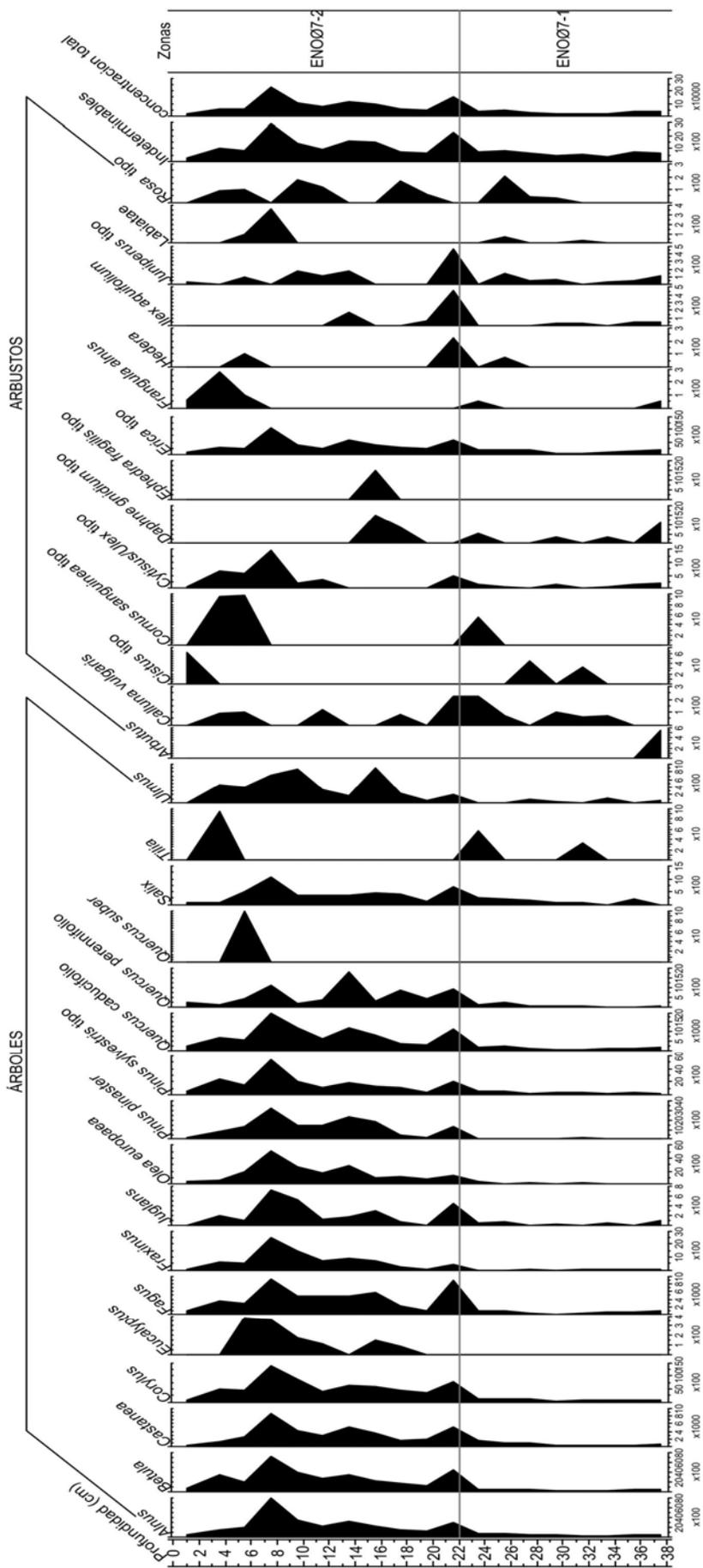


Figura 6.34a: Diagrama polimétrico de concentraciones (árboles y arbustos) del sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M).

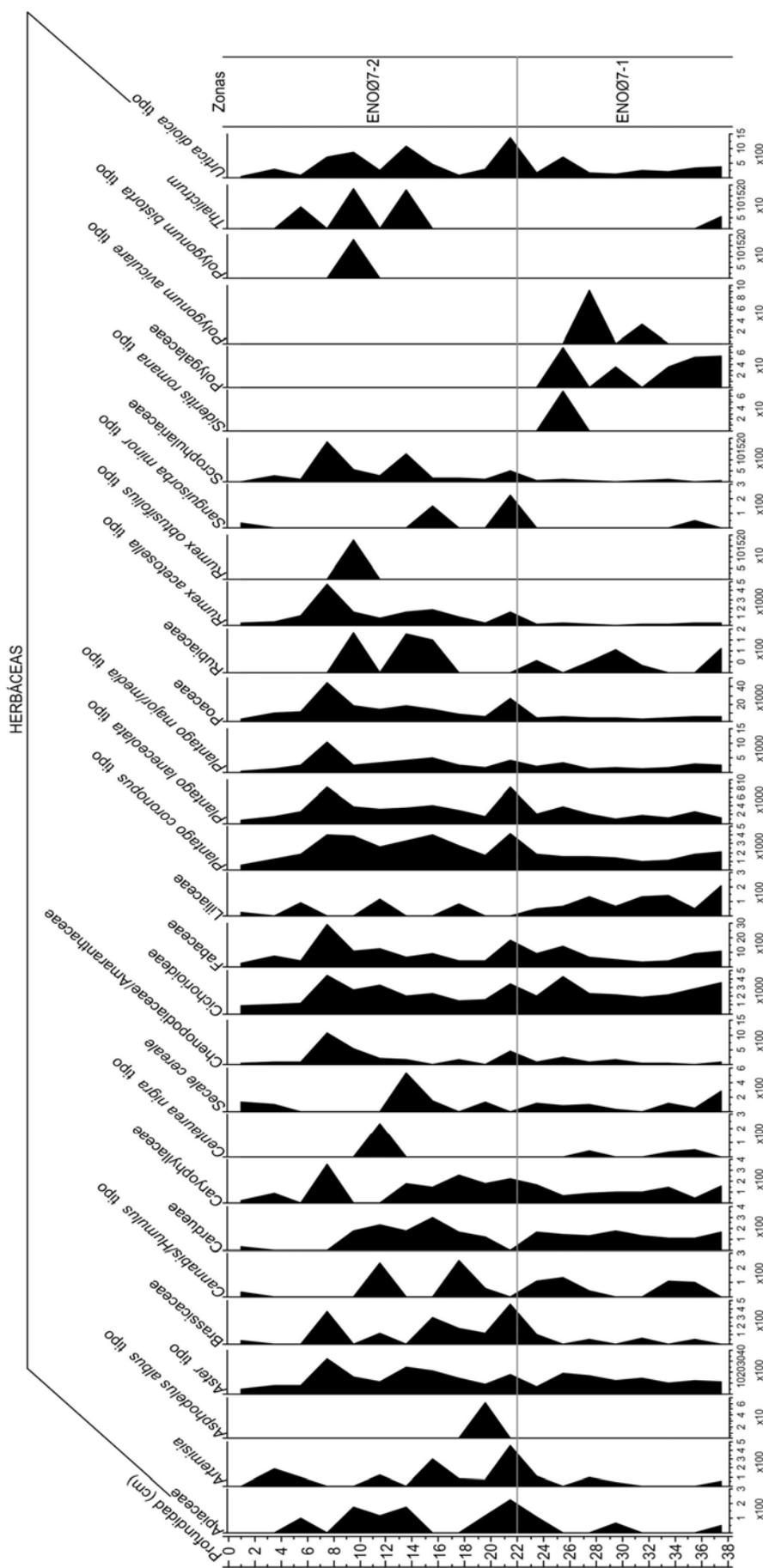


Figura 6.34b: Diagrama polínico de concentraciones (herbáceas) del sondeo corto del Lago Enol (ENO07-1C-1M).

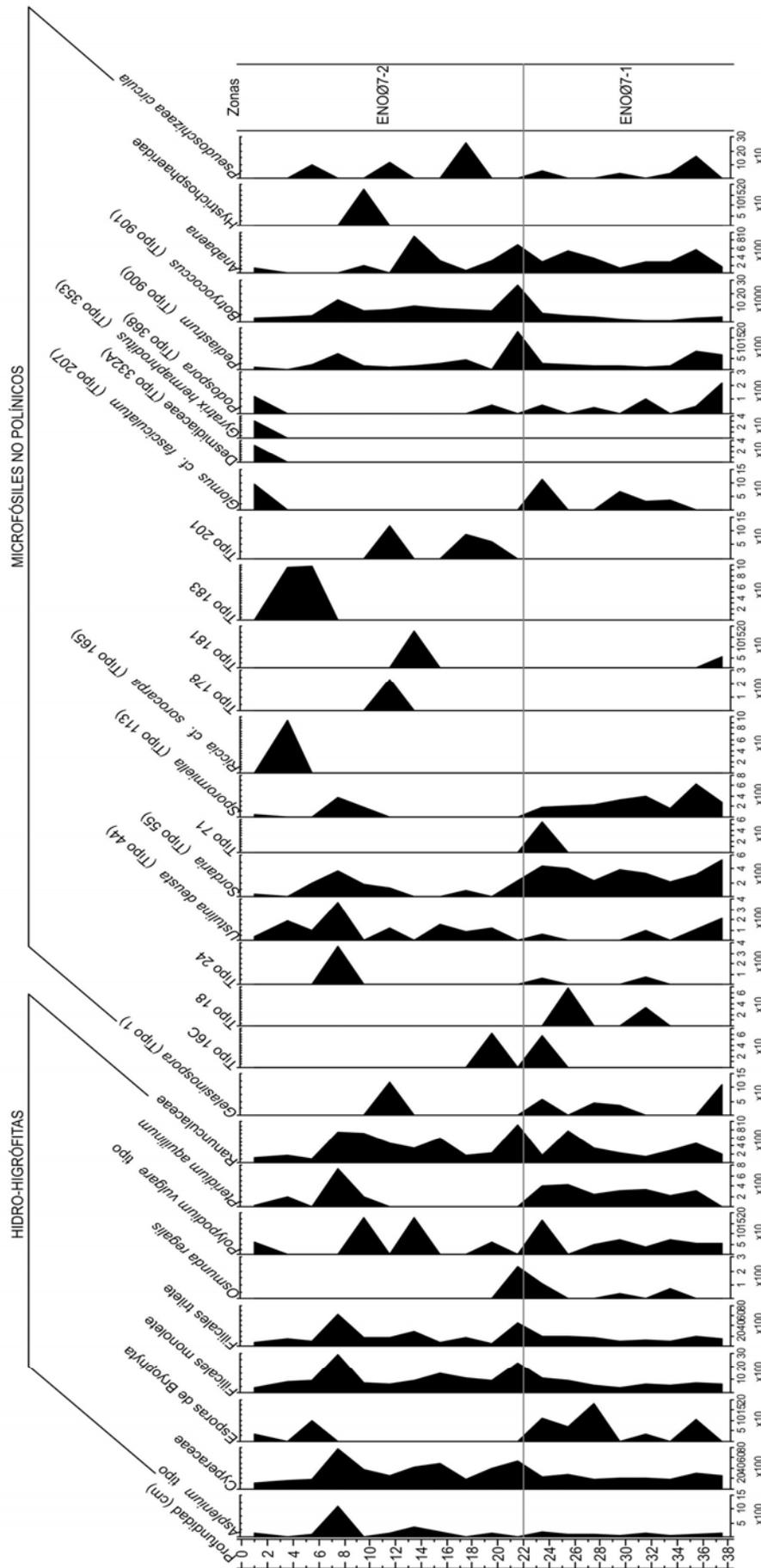
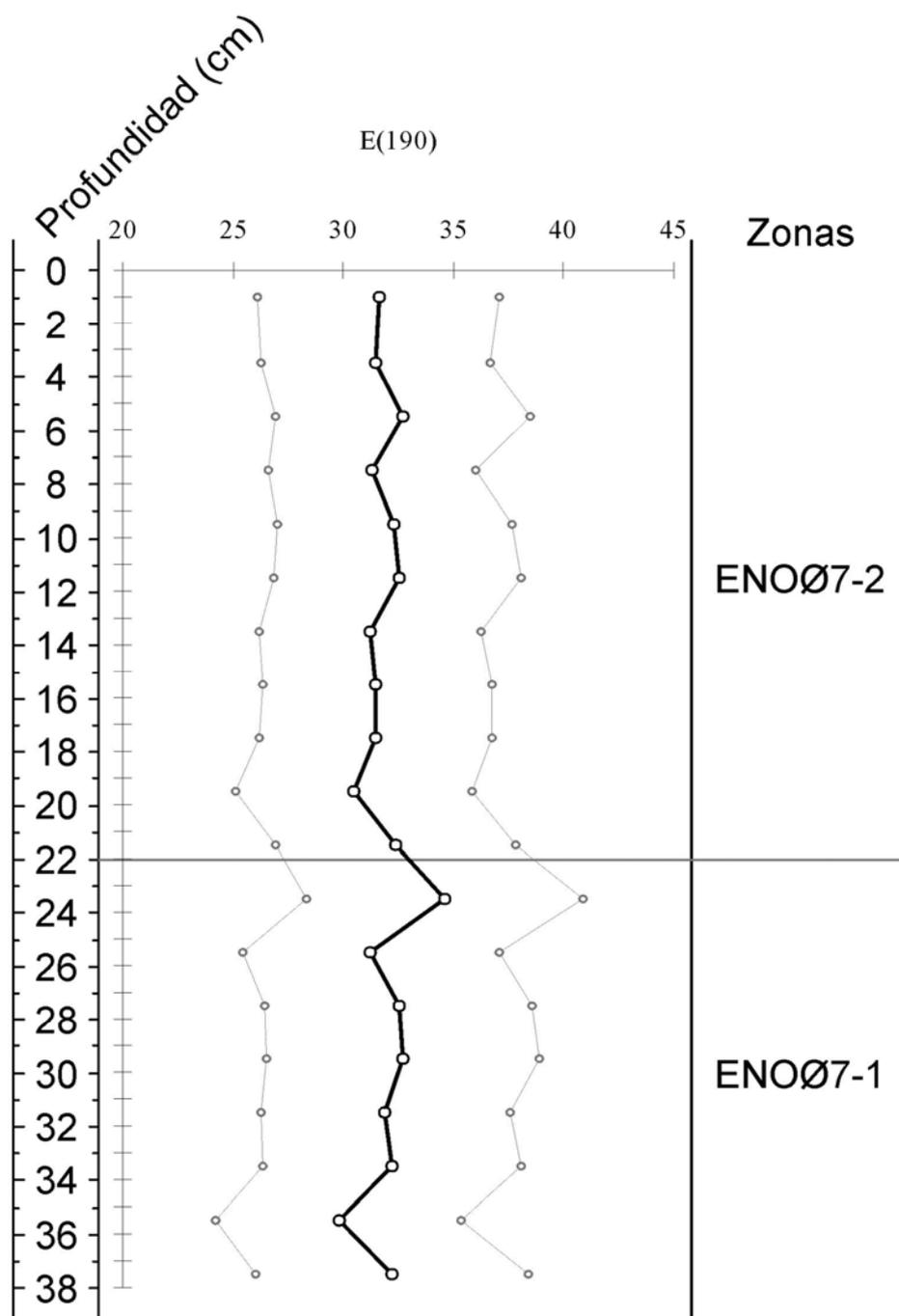


Figura 6.34c: Diagrama polínico de concentraciones (hidro-nigrófitas y microfósiles no polínicos) del sondeo corto del Lago EnoI (ENO07-1C-IM).



6.35: Curva de rarefacción que representa el número de tipos polínicos esperados en el sondeo corto del Lago Enol (ENOØ7-1C-1M) cuando $n=190$. Las curvas de color gris representan los intervalos de confianza.

Betula (0.6-2%) y *Alnus* (0.8-2%), aunque también aparecen otros mesófilos con menos porcentajes tales como *Salix* (<1%), *Juglans* (<0.5%), *Ulmus* (<0.5%) y *Fraxinus* (<0.5%). Acompañando al componente mesófilo, también aparecen *Pinus sylvestris* tipo (0.5-2.5%) y *Pinus pinaster* (1%), y elementos termoesclerófilos, en bajos porcentajes, pero de manera constante, como *Quercus perennifolia* (<0.6%) y *Olea europaea* (<1%). El estrato arbustivo no está demasiado desarrollado, teniendo porcentajes cercanos al 10%, siendo los elementos principales *Erica* tipo (3-9%), *Cytisus/Ulex* tipo (<1%) y *Calluna vulgaris* (<1%). El componente que domina los porcentajes de esta zona es el herbáceo (60-75%). El principal taxón es Poaceae (17-25%), aunque hay todo un elenco de palinomorfos herbáceos que también tienen altos porcentajes, como Fabaceae (5%), indicadores antrópicos como *Aster* tipo (3-8.5%), Cichorioideae (7.5-12.5%), Cardueae (0.5-1%), Caryophyllaceae (1%) y *Rumex acetosella* tipo (1%), e indicadores de presión pastoral tales como *Plantago lanceolata* tipo (5-10.5%), *Plantago major/media* (6-10.5%) tipo, Chenopodiaceae/Amaranthaceae (<0.5%) y *Urtica dioica* tipo (1-2%). Además de estos indicadores de impacto humano, aparece polen de centeno (*Secale cereale*), indicando que este cereal podría estar cultivándose en las zonas montañas de los Picos de Europa. Las plantas hidro-higrófitas muestran un importante desarrollo en los márgenes del lago, con buena representación de Ranunculaceae (2%), Cyperaceae (8-12.5%), Filicales monoete (3%) y trilete (7%), y *Pteridium aquilinum* (2%). Dentro de los microfósiles no polínicos hay diversos tipos que indican, fundamentalmente, tres características. El primer grupo corresponde a indicadores de pastoralismo, los ya

comentados hongos coprófilos, que poseen altos valores, siendo los que aparecen *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368), y que junto con los indicadores polínicos ya comentados para esta zona polínica de pastoralismo, no hacen más que hablar de que esta catividad fue bastante intensa. El segundo grupo corresponde a los indicadores de procesos erosivos, como son *Pseudoschizaea circula* y *Glomus cf. fasciculatum* (Tipo 207); mientras que el tercer grupo indicaría una fase seca y probablemente más fría, relacionada con una bajada de la lámina de agua del lago ya que son importantes las presencias de *Anabaena* y *Pediastrum*.

En esta zona las concentraciones polínicas son bajas, destacando solamente los taxa indicadores de presión pastoral.

ZONA ENO07-2 (22-0 cm)

Esta zona está caracterizada por el aumento de los porcentajes arbóreos, que empiezan siendo del 35%, y llegan a alcanzar valores del 50%; y también por el aumento de las concentraciones polínicas. En general, el aumento del polen arbóreo tiene dos orígenes: el primero es el de la propia recuperación del bosque autóctono, ya que tanto taxa mesófilos como de *Quercus caducifolia* (9-18%), *Fagus* (3.5-8%), *Corylus* (6-10%), *Castanea* (5%), *Betula* (3-7%), *Alnus* (3-4%), *Ulmus* (>0.5%) y *Juglans* (>0.5%); como taxa termoesclerófilos tales como *Quercus perennifolia* (1-2%) y *Olea europaea* (sin descartar que también pueda ser debido a su cultivo) (1-3.5%), aumentan sus porcentajes. El segundo origen es el de repoblaciones forestales de manera regional, ya que aumentan los porcentajes de *Pinus sylvestris* tipo (1.5-5%) y *Pinus pinaster* (2%), y

empieza a cultivarse *Eucalyptus*. El componente arbustivo tiene condiciones similares a las de la zona anterior, continuando con porcentajes cercanos al 10%; mientras que el herbáceo disminuye sus porcentajes pasando a tener valores de entre 45-55%. Poaceae sigue siendo el taxón herbáceo mayoritario (20%). El resto de los taxa herbáceos, tanto indicadores de antropización como de presión pastoral, aunque siguen teniendo presencias importantes, en general disminuyen los porcentajes con respecto a la zona anterior. Las plantas hidro-higrófitas tienen valores inferiores a los anteriores, por lo que pueden estar reflejando un cinturón ribereño menor que en la zona anterior debido a una subida del nivel lacustre. Dentro de los microfósiles no polínicos disminuyen los porcentajes de la mayor parte de ellos. Los hongos coprófilos, indicadores de pastoralismo, casi desaparecen, por lo que la presión pastoral en las inmediaciones del lago se reduce sensiblemente con respecto a la zona anterior. Los indicadores de procesos erosivos (*Pseudoschizaea circula* y *Glomus* cf. *fasciculatum*) disminuyen también su presencia, por lo que cabe pensar en una menor ocurrencia de erosión. *Anabaena* y *Pediastrum* también reducen sus porcentajes, mientras que *Botryococcus* tiene una subida de sus valores en la transición entre las dos zonas para después bajar sus porcentajes. Esto podría apuntar a unas condiciones más benignas con respecto a la zona anterior, al igual que el aumento de la concentración polínica total.

En general, los valores de diversidad polínica son altos y estables en las dos zonas del sondeo corto, destacando tan sólo una subida en la transición entre ambas zonas polínicas, quizás haciendo referencia al paso

a unas condiciones climáticas más benignas tras la Pequeña Edad del Hielo.

6.5.5. Interpretación y discusión de las secuencias

- Sondeo largo: ENO04-1D-1K

La transición Pleistoceno/Holoceno: 13500-11500 cal BP (ENO04-1)

Como ya se ha comentado para la turbera del Alto de la Espina, el *Younger Dryas* es uno de los eventos de características frías más abruptos recogido en los distintos registros paleoclimáticos (McManus *et al.*, 2004). Recientemente, se ha postulado una intensificación de los vientos procedentes del oeste asociados a este evento para Europa Central (Brauer *et al.*, 2008), dando lugar a nuevas propuestas para las causas de este acontecimiento. Además, se han detectado importantes cambios en la vegetación a partir de muchas reconstrucciones polínicas del sur de Europa (p.e. Allen *et al.*, 1996; Watts *et al.*, 1996), que en general apuntan a una sequía estacional y, probablemente, a condiciones frías durante el *Younger Dryas*. Los sedimentos recogidos en el Lago Enol correspondientes al *Younger Dryas*, son de color gris, y corresponden a limos arcillosos de composición silicatada, de masivos a ligeramente bandeados con escaso material biogénico (Facies 3), con bajo carbono orgánico y contenido de calcita y altos porcentajes de cuarzo y minerales arcillosos (Fig. 6.29). Estos datos se interpretan como el resultado de una sedimentación en condiciones frías, y en un entorno caracterizado por un paisaje estepario con escasa vegetación y con baja productividad del lago.

Además, en el registro polínico del Lago Enol, durante este período, se observa que el paisaje estuvo dominado por taxa estépicas (p.e. *Artemisia*, diversos tipos de Asteraceae, *Juniperus* tipo, Caryophyllaceae o Chenopodiaceae/Amaranthaceae), por lo que habría un dominio de los pastizales, mientras que las formaciones arbóreas apenas están desarrolladas, llegando a tener los valores mínimos de toda la secuencia (alrededor del 30%) (Fig. 6.36). El escaso componente arbóreo estaría dominado por pinos y abedules, pero taxa planocaducifolios como *Quercus* caducifolio también tiene porcentajes reseñables, además de la presencia de *Corylus*, *Fagus* y otros mesófilos como *Ulmus*, *Salix* y *Fraxinus*, hecho que apunta a la existencia de zonas de refugio para estos taxa mesófilos en la región de Picos de Europa, como también se observa en otras secuencias (Costa Tenorio *et al.*, 1990, 2001; Martínez Atienza & Morla Juaristi, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 2000; Valero-Garcés *et al.*, 2000; González-Sampériz *et al.*, 2003, 2006). En este sentido, una rápida recuperación del arbolado a partir de estas áreas refugio se produjo durante los inicios del Holoceno.

La presencia constante de *Quercus* perennifolio a lo largo de todo el diagrama, e incluso durante el *Younger Dryas*, confirma la ubicación de las mencionadas zonas refugio de taxones mesotermófilos en la Cordillera Cantábrica. El componente del paisaje actual más importante que habla de estos refugios de vegetación es el taxón esclerófilo *Quercus ilex*, la encina, que en la actualidad sigue estando 'refugiado' en las zonas costeras, como se comentó en apartados anteriores, y aquí, en la montaña, con la ssp. *ballota*, sobre crestones calcáreos en zonas de fuerte insolación en la

Cordillera Cantábrica (Ramil Rego *et al.*, 1998b; Costa Tenorio *et al.*, 2001).

La aparición del microfósil no polínico Tipo 16C (van Geel, 1978) apunta a un clima más seco que el actual. Además, los altos porcentajes de *Anabaena* pueden ser como consecuencia de los bajos niveles de la lámina de agua; mientras que la presencia de *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207) indicaría la ocurrencia de procesos erosivos (van Geel *et al.*, 1989). De otro lado, las curvas polínicas asociadas a taxa ribereños, como son Cyperaceae o *Salix*, sugieren la existencia de un área palustre bien desarrollada en las orillas del Lago Enol en una zona de paisaje abierto, en general con bajos porcentajes arbóreos.

La transición *Younger Dryas*/Holoceno fue muy rápida, teniendo lugar en unos pocos años (p.e. Rasmussen *et al.*, 2006). Por lo tanto, la rápida instalación de condiciones climáticas mucho más benignas influyó significativamente en los cambios de las comunidades vegetales y en el rápido avance de los taxa mesotermófilos que vemos hoy en día (Ammann *et al.*, 2000). En la secuencia obtenida a partir del estudio del registro de Lago Enol, este rápido cambio ambiental se observa claramente, y no sólo en las características de la vegetación (Fig. 6.36), sino también en los sedimentos, ya que se identifica un fuerte aumento en el porcentaje de los carbonatos (%TIC, valores de Ca) y la consiguiente disminución de los minerales de arcilla (K, Fe, Si) y cuarzo (Si) (Fig. 6.29). La composición de los bosques cambia drásticamente en este periodo cronológico desde formaciones abiertas de *Pinus* y *Betula*, mayoritariamente, a bosques bien desarrollados de *Quercus* caducifolio al inicio y, a partir de ca. 9800 cal BP, se observa una codominancia de *Quercus*

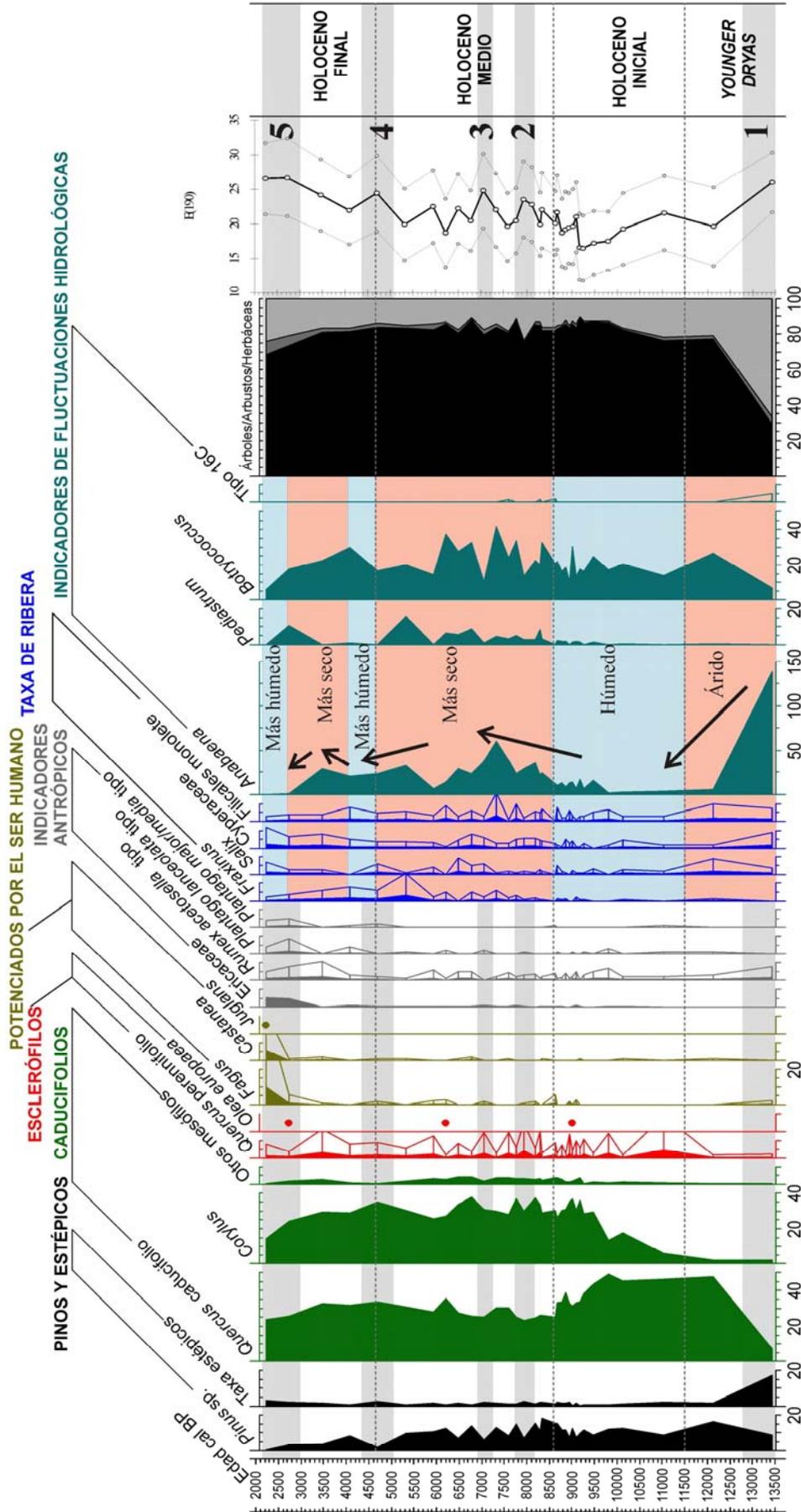


Figura 6.36: Diagrama polínico sintético del sondeo largo del Lago Enol (ENO04-1D-1K) en función de la edad. La columna de taxa estépicos es el resultado de la suma de *Juniperus* tipo, *Artemisia*, *Caryophyllaceae*/*Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae*, *Aster* tipo, *Cardueae* y *Cichorioideae*, mientras que la de *Ericaceae* es la suma de *Erica* tipo y *Calluna vulgaris*, y la de otros mesófilos hace referencia a *Acer*, *Tilia* y *Ulmus*. Las bandas grises representan las zonas con máximos de diversidad polínica, nombrados en el texto, con su respectivo orden numérico.

caducifolio con *Corylus*. La presencia de pinos y otros mesófilos desde el inicio del Holoceno indica que los bosques serían probablemente mixtos. Desafortunadamente, otros estudios sobre secuencias obtenidas cerca del Lago Enol no cubren este intervalo cronológico completo, ya sea por poseer sólo registro del Holoceno medio y final (p.e. Lago Ercina, Menéndez Amor, 1975; Corteguero, Ruiz Zapata *et al.*, 2001b; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), o porque posean hiatos para este periodo (p.e. depresión de Comeya, Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Puerto de Tarna, Ruiz Zapata *et al.*, 2000; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), por lo que no puede corroborarse esta hipótesis. Sin embargo, otras secuencias, algo más distantes, sí que cubren la cronología de la transición *Younger Dryas*/Holoceno en el noroeste peninsular (p.e. Lago de Ajo, McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996); Puerto de Leitariagos, García-Rovés, 2007) o el noreste (Tramacastilla, Montserrat, 1992; Bañolas, Pérez Obiol & Julià, 1994; El Portalet, González-Sampériz *et al.*, 2006; Lago Estanya, Morellón *et al.*, 2008), indicando también esa temprana estabilización del bosque debido a la mejora climática holocena y a unas condiciones más húmedas. Un hecho importante, al igual que ocurre en el Alto de la Espina, son los altos valores de diversidad polínica en el *Younger Dryas* (máximo nº1) (Fig. 6.36); ya que los cambios, climático en este caso, pueden ser los responsables de los cambios en la diversidad.

El Holoceno inicial y el incremento de la humedad: 11500-8600 cal BP (ENOØ4-2a y ENOØ4-2b)

El inicio de la Holoceno se caracteriza, por lo general, en el sur de

Europa, por la mejora de las condiciones climáticas en términos de aumento de la temperatura y de la humedad (Roberts *et al.*, 2004). Sin embargo, la cronología, duración e intensidad de este período húmedo, muestra una gran variabilidad regional. En el caso del Lago Enol, el aumento de las precipitaciones durante el Holoceno inicial se refleja en el aumento de los taxa mesófilos, la disminución de *Juniperus* tipo, el bajo porcentaje de *Anabaena* y la desaparición del Tipo 16C. La alternancia de la Facies 1 (limos arenosos carbonatados, marrones oscuros, masivos a ligeramente badeados) y la Facies 2 (láminas milimétricas de color marrón oscuro formadas principalmente por restos de macrófitos) (Fig. 6.29), y el alto contenido de carbonatos (%TIC, %calcita, Ca) y materia orgánica (TOC%) que caracterizan este periodo, también están en concordancia con la mejora de las condiciones climáticas.

Aunque el inicio del Holoceno, en términos de mejores condiciones de temperatura y humedad, se ubica claramente en la frontera entre ENOØ4-1 y ENOØ4-2a, se identifica un mayor aumento de la humedad a lo largo de ENOØ4-2b (9750-8600 cal BP), indicado a partir de los altos porcentajes de *Corylus*, que hablan de una codominancia con *Quercus* caducifolio en las extensiones boscosas (Fig. 6.36). Además, los indicadores sedimentológicos y geoquímicos también señalan este mayor aumento de la humedad en estas fechas (Subunidad sedimentológica 1c, 9750-8600 cal BP), caracterizado por valores máximos de calcita y materia orgánica y por porcentajes mínimos de partículas silicatadas (Fig. 6.29). De hecho, los importantes valores que alcanzan los carbonatos hablan de un aumento de la calcita en disolución procedente de las rocas

circundantes, como consecuencia de aguas subterráneas ricas en CO₂, debido a la formación del suelo asociado al desarrollo forestal. La densidad de los sedimentos también cambia en este punto (9750 cal BP).

El Holoceno medio y la ocurrencia de condiciones más secas: 8600-4650 cal BP (ENO04-2c)

Una bipartición del Holoceno se ha sugerido sobre la base de registros paleohidrológicos de la región Mediterránea y la mitad norte de África (Harrison & Digerfeldt, 1993; Jalut *et al.*, 2000; Magny *et al.*, 2002). Por lo tanto, tras el generalmente húmedo Holoceno inicial, se observa un cambio hacia condiciones más secas, que probablemente están impulsadas por una mayor insolación (Wanner *et al.*, 2008). Este patrón general de condiciones más secas también ha sido registrado en el norte de la Península Ibérica en distintos archivos paleoclimáticos (p.e. Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004), así como en otras regiones, tanto en secuencias continentales (p.e. Morellón *et al.*, 2008) como marinas (p.e. Frigola *et al.*, 2007). Un ejemplo más de este patrón de condiciones más secas durante el Holoceno medio, es que la mayoría de los lagos salinos situados en el valle central del Ebro, en el noreste de España, se desecaron o tuvieron aguas efímeras en esta cronología (Valero-Garcés *et al.*, 2000; González-Sampériz *et al.*, 2008). En el caso del Lago Enol, este cambio se observa tras *ca.* 8600 cal BP cuando el calcio (Ca), la calcita y el TIC, aunque mantienen valores elevados, comienzan a disminuir; y el hierro (Fe), el potasio (K) y el silicio (Si) (junto con los porcentajes de arcilla y cuarzo) tienen una ligera tendencia al alza (Fig. 6.29). Además, las láminas ricas en materia orgánica, que

eran tan frecuentes durante la etapa anterior, ahora son menos abundantes. Esta tendencia hacia condiciones ligeramente más secas también está en concordancia con la composición de los espectros polínicos (Fig. 6.36). Especialmente significativo es el nuevo incremento de los porcentajes de *Anabaena* (van Geel *et al.*, 1994; van Geel, 2001; Riera *et al.*, 2006), que posee los valores más altos de todo el Holoceno, la mayor representación de *Pediastrum*, y el también aumento de *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207), lo que indicaría unas condiciones más secas y una nueva fase erosiva (van Geel *et al.*, 1989). El aumento de los porcentajes de *Juniperus* tipo, de taxa ribereños (como son *Fraxinus*, *Salix* y *Alnus*, que podrían ser consecuencia de un descenso de nivel del lago y un aumento de la zona riparia), de hidro-higrófitas como Cyperaceae, Ranunculaceae y los helechos, corroborarían la existencia de esta tendencia hacia condiciones más secas durante el Holoceno medio y de un mayor desarrollo de la zona palustre. A pesar de la detección de la mencionada disminución de la humedad, el alto porcentaje arbóreo existente a lo largo del Holoceno medio estaría indicando el mantenimiento de temperaturas favorables y la elevada extensión de una formación boscosa muy estable. De hecho, es conocido que formaciones boscosas bien desarrolladas y estables no son tan sensibles a cambios bruscos como formaciones que todavía están en evolución o en áreas de transición biogeográfica.

Aunque la tendencia general del Holoceno medio es a tener altos porcentajes arbóreos, se detectan oscilaciones en sus valores junto con la aparición/desaparición del Tipo 16C y de *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207). La más acusada de estas

oscilaciones podría estar relacionada con el conocido evento 8200 cal BP, que se caracteriza por unas condiciones frías y secas en la zona del Atlántico Norte (Tinner & Lotter, 2001). En esta secuencia, se observa una pequeña disminución de los porcentajes arbóreos (que sin embargo es la más importante de todo el Holoceno), que junto con un nuevo máximo de diversidad polínica (máximo nº2) (Fig. 6.36), el aumento de los valores de *Juniperus* tipo y Poaceae, y una posterior re-aparición de Tipo de 16C, apuntan a un pequeño deterioro climático.

Además del máximo de diversidad asociado al evento 8200 cal BP, existe otro máximo ca. 7000 cal BP (máximo nº3) (Fig. 6.36), que podría estar relacionado con el comienzo de la expansión holocena de elementos como el aliso, el haya y el sauce. Aunque este máximo coincide cronológicamente con la transición Mesolítico/Neolítico, no es posible relacionarlo con este hecho, ya que no se observan evidencias de antropización en estas fechas.

El Holoceno final y el comienzo del impacto humano: 4650-2200 cal BP (ENOØ4-2c)

Las reconstrucciones climáticas de los últimos ca. 5000 años son complicadas debido a la interacción entre los cambios climáticos y el impacto humano sobre el medio ambiente. En general, se ha observado una tendencia al enfriamiento del clima en registros del Atlántico Norte (Davis *et al.*, 2003), que incluso ha sido considerada como un período de 'Neoglaciación', ya que muchos glaciares avanzaron (Matthews, 2007). En términos de cambios paleohidrológicos, los registros lacustres de Centroeuropa aportan pruebas

de unas condiciones climáticas inestables en este período. Esta inestabilidad está marcada por fases de mayor nivel lacustre en las siguientes cronologías: 4150-3950, 3500-3100, 2750-2350, 1800-1700, 1300-1100, 750-650 cal BP y tras 1394 cal AD (Magny, 2004). En la Península Ibérica, se ha descrito una sucesión de épocas áridas y períodos más húmedos durante los últimos ca. 4000 años cal BP, que han podido deducirse de registros lacustres y fluviales (Macklin *et al.*, 2006; Martín-Puertas *et al.*, 2008): una fase más seca en general de entre ca. 4000 a 2700 cal BP, una fase más húmeda durante la Edad del Hierro y la Época Romana de entre ca. 2700 a 1550 cal BP, una nueva fase seca durante la Anomalía Climática Medieval, y un aumento final de la humedad asociado a la Pequeña Edad de Hielo. En el estudio de un registro marino cercano a la costa gallega (noroeste de España), los datos polínicos demuestran la aparición de un bosque caducifolio de roble, lo que indica un clima húmedo y templado en el noroeste de la Península Ibérica durante los últimos 3000 años, aunque también se han detectado dos etapas de reducción de los bosques asociadas a fases más frías (de 975 a 250 cal BC, y la conocida etapa llamada *Dark Ages* de 450 a 950 cal AD) (Desprat *et al.*, 2003). Sin embargo, es cierto que toda esta variabilidad podría estar también relacionada con un aumento importante de las actividades antropogénicas sobre el medio durante las Edades del Bronce y del Hierro (metalurgia y minería, 4200-2025 cal BP), la Época Romana (intensificación de impacto humano, 2025-1550 cal BP), y la Edad Media (1550-500 cal BP) hasta la actualidad.

La parte correspondiente al Holoceno final, del sondeo largo del Lago Enol, sólo cubre el intervalo de entre ca.

4650 a 2200 cal BP. Los datos sedimentológicos muestran una tendencia continua hacia valores más altos del material silicatado, mientras que se produce una disminución de los carbonatos (Fig. 6.29). El incremento de la materia orgánica (%TOC) también es notable a lo largo de este periodo. Este intervalo temporal incluye la transición entre el período Subboreal (ca. 4600 a 2800 cal BP), que suele considerarse un intervalo seco y cálido, y el Subatlántico (ca. 2800-2200 cal BP en la secuencia de Enol), que se caracteriza por unas condiciones climáticas más húmedas (van Geel *et al.*, 1996).

Desde ca. 4650 cal BP se produce una disminución general de los porcentajes arbóreos en la secuencia larga del Lago Enol. Especialmente significativo es el descenso de *Pinus*, *Corylus* y *Quercus* caducifolio; hecho que se acentúa tras 2700 cal BP (Fig. 6.36). Sin embargo, otros taxa, tales como *Alnus*, *Castanea* y *Fagus*, incrementan su representación. Asociado, por lo tanto, a este descenso general de los porcentajes arbóreos totales, se desarrollaron estos taxa arbóreos tradicionalmente favorecidos y potenciados por las actividades humanas; además, se observa un claro aumento de las formaciones arbustivas (principalmente *Erica* tipo, *Cytisus/Ulex* tipo y *Calluna vulgaris*, que habían sido muy escasos anteriormente), y el aumento de los porcentajes de taxa herbáceos relacionados con la antropización como *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo y *Rumex acetosella* tipo. Estos hechos están relacionados, por lo tanto, con el inicio de la actividad antrópica en la zona del Lago Enol, indicando el establecimiento de un paisaje más abierto resultado de actividades ganaderas. Tales actividades pueden adscribirse al final del Calcolítico,

acentuándose desde finales de la Edad del Bronce y el comienzo de la Edad del Hierro (Blas Cortina & Fernández Manzano, 1992).

El aumento de la representación del castaño, junto con la aparición del nogal, también indicaría el mayor impacto humano al que la zona estuvo sometido (Conedera *et al.*, 2004). Además, como explicamos anteriormente, el desarrollo de los bosques de *Fagus* debe relacionarse con el hecho de que las perturbaciones antrópicas favorecieron su instalación en la zona (Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008).

Aunque los últimos 2200 años del sondeo largo del Lago Enol no se recuperaron, el estudio palinológico de la cercana depresión de Comeya puede ayudar a conocer qué paso hasta la actualidad en el área de estudio (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003). Los espectros polínicos de la depresión de Comeya presentan características similares a las del sondeo largo de Enol desde ca. 4650 cal BP: la apertura del paisaje y el aumento de los porcentajes tanto de formaciones arbustivas, como de taxa favorecidos por el impacto antrópico tales como *Fagus*, *Castanea*, *Juglans*, *Alnus* y *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo. Todas estas evidencias hacen referencia a un fuerte impacto de las actividades humanas desde hace 4650 años hasta la actualidad, que ha sido capaz de cambiar la estructura del bosque. Con el comienzo del impacto humano, ca. 4650 cal BP, se produce un nuevo máximo de diversidad (máximo n°4), que, tras una nueva estabilización, incrementa de nuevo sus valores en los últimos centímetros de la secuencia debido a la intensificación de tales actividades antrópicas (máximo n°5) (Fig. 6.36).

- **Sondeo corto: ENOØ7-1C-1M**

El final de la Pequeña Edad del Hielo y los modos de subsistencia extremos: 1700-1845 cal AD (ENOØ7-1)

La Pequeña Edad del Hielo (PEH) es un término que se utiliza para describir el período de tiempo entre el siglo XIV y mediados del siglo XIX cal AD, que se caracterizó por un enfriamiento del clima a escala planetaria (Bradley & Jones, 1993). Además, en algunas zonas montañosas supuso un avance de los glaciares entre los siglos XVI y XIX cal AD (Grove, 2001; González Trueba *et al.*, 2005), caso de los Picos de Europa (González Trueba, 2005). En el sondeo corto del Lago Enol se registra el último siglo y medio de este evento, *ca.* 1700-1850 cal AD, en la primera zona polínica (ENOØ7-1). Esta zona muestra un paisaje eminentemente abierto, tal y como atestiguan tanto los bajos porcentajes arbóreos como las concentraciones polínicas, donde la escasez del arbolado es la característica más importante, en concordancia con una fase fría (Fig. 6.37). En estas formaciones arbóreas no se documenta ningún taxón como dominante sobre el resto, por lo que la poca superficie arbolada estaría ocupada por un bosque mixto, en su mayor parte de taxa planocaducifolios. Las formaciones arbustivas son variadas, aunque el tipo predominante es *Erica* tipo, pero no cobran demasiada importancia. El paisaje debió de estar formado, en su mayor parte, por espacios abiertos cubiertos de herbáceas.

La aparición de microfósiles no polínicos, como *Anabaena* y *Pediastrum* (Tipo 900), estaría también en concordancia con una fase más fría, ya que debió de haberse producido una bajada en el nivel

lacustre y un aumento en la concentración de nutrientes (van Geel *et al.*, 1994; van Geel, 2001; Riera *et al.*, 2006) favoreciendo la eutrofización del lago. Además, esta bajada del nivel de la lámina de agua supondría una colonización de las riberas por parte de pastos de hidro-higrófitas, sobre todo por Cyperaceae, Filicales monoletete y triletete, y *Pteridium aquilinum*.

El hecho de que un empeoramiento climático ocurriera en estas fechas y produjera cambios ambientales, con efectos a escala global, que tuvieron repercusiones económicas y demográficas muy importantes (Appleby, 1980; Pfister, 1980), detectadas en muchas sociedades europeas (Fagan, 2000), seguramente propició un cambio en las formas de subsistencia de los habitantes de una zona montañosa como la de los Picos de Europa, tal y como se ha visto en otras zonas (Appleby, 1980; Pfister, 1980; Fagan, 2000). La ganadería ha sido, y en buena medida lo sigue siendo, una de las principales bases económicas de la región (Suárez Antuña *et al.*, 2005). En esta cronología se observa una intensidad ganadera muy notable, mayor que en épocas posteriores, revelada por las grandes superficies de pastos antropozoógenos, como atestiguan las altas presencias de taxa como *Aster* tipo, Cichorioideae, *Urtica dioica* tipo, Poaceae, Cardueae, Chenopodiaceae/Amarantaceae, *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo (Fig. 6.37). Apoyando estos datos, están los altos porcentajes de diferentes hongos coprófilos como *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368) (van Geel, 1978; van Geel *et al.* 1981, 1983b, 2003), que hablarían, además, de que las cabañas ganaderas estarían en la propia zona del lago (López Sáez *et al.*, 2000; López Sáez & López Merino, 2007). El

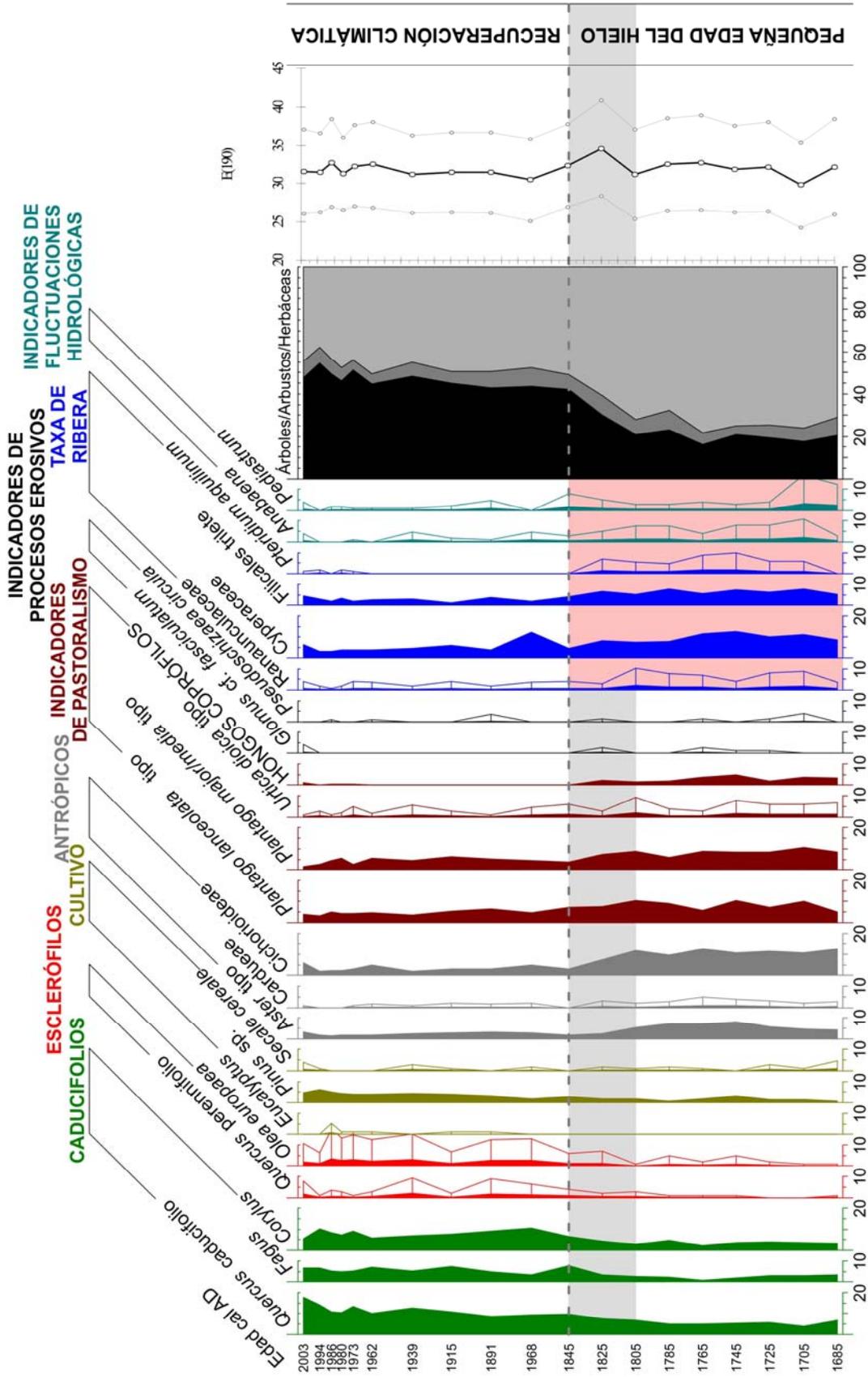


Figura 6.37: Diagrama polínico sintético del sondeo corto del Lago Enol (EN007-1C-1M) en función de la edad. La columna de hongos coprófilos es el resultado de la suma de *Sordaria* (Tipo 55), *Sporormiella* (Tipo 113) y *Podospora* (Tipo 368). La banda gris representa la zona el con máximo de diversidad polínica nombrado en el texto; mientras que la zona roja muestra una etapa más árida.

empeoramiento climático ligado a la PEH, al abrir zonas anteriormente boscosas y la seguro más baja producción de los cultivos emplazados en los valles, supuso una intensificación de la ganadería, que llegaría a zonas poco accesibles como el entorno del Lago Enol, y que potenciaría aun más que el paisaje estuviera desarbolado.

Además de esta alta presión ganadera, se ha encontrado que en esta zona montañosa también debieron de emplazarse cultivos capaces de soportar condiciones muy duras. Estos cultivos ayudarían a los habitantes de los valles a alcanzar una mayor producción, de por sí mermada por el frío imperante. En casi todo el sondeo corto, especialmente en la zona basal correspondiente a la PEH, se ha documentado polen del cereal *Secale cereale*, el centeno (Fig. 6.37). El centeno se caracteriza por su alta resistencia al frío, es el más rústico de los cereales de invierno, siendo posible su cultivo bajo condiciones no toleradas por otros cereales (López Bellido, 1990; Behre, 1992), por lo que es totalmente coherente su cultivo en estas fechas en la montaña cantábrica (Peña-Chocarro, com. pers).

También han sido identificados indicadores de procesos erosivos, que son más frecuentes en esta zona polínica que en ENOØ7-2. La presencia de los microfósiles no polínicos *Pseudoschizaea circula* y *Glomus* cf. *fasciculatum* (Tipo 207) (Fig. 6.37), podría obedecer tanto a las condiciones climáticas más frías de la PEH que provocaron erosión de los suelos debido a la apertura del paisaje, como a los propios procesos erosivos ligados a la práctica de la agricultura y de la ganadería en el entrono del Lago Enol (van Geel *et al.*, 1989; Pantaleón-Cano *et al.*, 1996).

A partir de *ca.* 1825 cal AD, se observa el inicio de la recuperación arbórea, coincidente con un máximo de diversidad polínica (Fig. 6.37), que para mediados del siglo XIX, con el final de la PEH, ya alcanzó alrededor del 40%. Este incremento de la foresta hablaría del comienzo de la mejoría climática, que culminará el final de la PEH en el techo de ENOØ7-1.

Recuperación forestal y el comienzo de las figuras de protección en la zona: 1845 cal AD-actualidad (ENOØ7-2)

A mediados del siglo XIX acabó la PEH, hecho que supuso el advenimiento de condiciones más benignas. Éstas permitieron que se recuperara la masa forestal, siendo los porcentajes arbóreos cercanos al 50% del total. Uno de los hechos más significativos de esta recuperación climática, hacia condiciones más cálidas, es el aumento de la representación de taxa termoesclerófilos como *Quercus perennifolia* y *Olea europaea*, que hablaría de una recuperación de los encinares cantábricos. Aun así, puede observarse que los porcentajes arbóreos no alcanzan ni de cerca los altos valores que se observan en el sondeo largo del lago, donde en la zona antropizada (*ca.* 2200 cal BP) sus valores son del 70%. En buena medida es lógico, puesto que el impacto humano ha ido creciendo paulatinamente desde esas primeras manifestaciones de antropización hasta la actualidad, aunque no poseamos registro para casi los dos mil años que separan el sondeo corto del largo. Por lo tanto, en esta zona polínica, se observa un fuerte impacto antrópico, aunque con ligeros cambios con respecto a la fase anterior. Ésta antropización estaría relacionada con la desaparición de varias especies faunísticas desde la segunda mitad del siglo XIX, como por ejemplo la cabra montés (*Capra*

pyrenaica) y el quebrantahuesos (*Gypaetus barnatus aureus*), o con la reducción de sus poblaciones, como es el caso del oso (*Ursus arctos pyrenaicus*) y del lobo (*Canis lupus signatus*) (García Dory, 1977).

Un hecho importante que se observa en el diagrama es la aparición de la curva de *Eucalyptus*, siendo la fecha extrapolada para su primera aparición de 1868 cal AD, en concordancia con su historia en la Península Ibérica, ya que tanto en Portugal como en Galicia la introducción del eucalipto tuvo lugar en la década de 1850 cal AD (Montoya Oliver, 1995; Sande Silva, 2007). Al igual que eucaliptos, también se han plantado pinos en la zona de los Picos de Europa, hecho que también queda reflejado en los últimos centímetros del diagrama.

La antropización durante el último siglo y medio en los Picos de Europa ha sido, por lo tanto, alta, aunque en ciertos aspectos ha disminuido con respecto a la época tan desfavorable que fue la PEH. En la zona superior del diagrama polínico se observa un aumento de la cobertura arbórea debido a la mejora climática, aunque también se observa una disminución de los indicadores de pastoralismo (Fig. 6.37). Es cierto que estos indicadores siguen teniendo altos valores, como es el caso de *Aster* tipo, Cichorioideae, *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, *Rumex acetosella* tipo; pero la presión pastoral no sería tanto en el propio entorno del Lago Enol, sino más bien a una escala regional, ya que la alta representación de los hongos coprófilos, que aparecían en la zona anterior indicando ganado *in situ*, se ve sumamente mermada. Este hecho concuerda con las transformaciones generalizadas en la cornisa cantábrica durante el siglo XX dentro de un contexto de especialización láctea, siendo el

vacuno autóctono sustituido por ejemplares de vaca pardo-alpina y, posteriormente, por frisonas; razas que resultaron mayores productoras de leche, pasándose de una ganadería de tipo extensivo en la propia montaña de las vacas autóctonas, a otra de tipo intensivo y con estabulación de las nuevas razas en los fondos de valle al no estar acostumbradas a las duras condiciones montañosas (Suárez Antuña *et al.*, 2005).

Con toda probabilidad, el hecho del desplazamiento de las cabañas ganaderas a zonas más lejanas de la cuenca lacustre también tenga relación con el inicio de las figuras de protección del área partir de 1918. Se pueden diferenciar varios períodos en la historia del Parque Natural, cada una de ellos influido por la ideología política practicada por los diferentes gobiernos en el poder (García Dory, 1977). Un primer periodo iría desde 1918, en el que se fundó el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga, hasta el comienzo de la Guerra Civil española en 1936, que entra dentro del reinado de Alfonso XIII, la dictadura del General Primo de Rivera, y la Segunda República. Durante esta fase los dominios protegidos fueron menores que en la actualidad, pero sentaron precedentes para su protección. Durante el reinado de Alfonso XIII se creó el parque, aunque todavía se extraían recursos del mismo, ya que existían explotaciones madereras y una mina de hierro también se explotaba. La tradición ganadera continuó sin restricciones. Durante la dictadura de Primo de Rivera se dio un paso importante, puesto que se nacionalizó la mina y se dejó de explotar; mientras que durante la Segunda República la figura de protección alcanzó su apogeo, ya que también se prohibió la explotación maderera (García Dory, 1977). Todos estos hechos se manifiestan en una ligera

recuperación arbórea en el diagrama polínico del sondeo corto.

El segundo período coincide con la Guerra Civil, donde las batallas se sucedieron en las montañas y alrededores. Durante este periodo de tiempo, parte de la fauna se extinguió o sus poblaciones se vieron muy reducidas, como los casos comentados anteriormente del oso y del lobo, e incluso también poblaciones de rebeco y de águila real.

Un tercer período es el que va desde 1939 hasta 1975, durante la dictadura de Francisco Franco, en la que la actividad antrópica creció en los límites del parque, ya que las minas se reabrieron, con la consiguiente apertura de caminos para la extracción mineral, se emprendieron obras hidráulicas, se talaron bosques para la extracción maderera, se construyó un hotel, se autorizó la pesca, se usó veneno para matar a las ‘bestias’, y comenzó la promoción turística de la zona; por lo que las especies que ya estaban debilitadas en la etapa anterior, prácticamente se extinguieron en ésta (García Dory, 1977).

Un cuarto período sería el que vive el parque en la actualidad, en la que el turismo ha supuesto una atracción masiva en contra de políticas más conservacionistas, hecho que ha supuesto constantes desavenencias entre las distintas administraciones autonómicas (no hay que olvidar que el parque está dentro de tres Comunidades Autónomas diferentes), entre éstas y la Administración Central, entre los empresarios y ayuntamientos, o entre los ganaderos y los ecologistas (Suárez Antuña *et al.*, 2005). Por este tipo de tensiones, en 1995 se realizó una nueva Ley que derogaba la de 1918 por la que el Parque Nacional de

la Montaña de Covadonga pasó a declararse Parque Nacional de los Picos de Europa, suponiendo una ampliación del espacio protegido. Por último, en 2004, el Tribunal Constitucional pasó las competencias que posee el Estado sobre los Parques Nacionales a las Comunidades Autónomas. Actualmente el parque se encuentra en una situación difícil, puesto que las tres Comunidades Autónomas que lo gobiernan deben ponerse de acuerdo para gestionar el área protegida; aun así en el diagrama polínico del sondeo corto se observa cómo la masa forestal se ha ido recuperando, y aunque las plantaciones forestales de especies alóctonas, que empiezan a combatirse, todavía ocupan amplios sectores, parece que la recuperación de masas de robledal y hayedo ha ido en aumento durante las últimas décadas (Fig. 6.37).

6.5.6. Conclusiones

- Durante el *Younger Dryas* el paisaje consistió en formaciones abiertas de carácter estepario. Las herbáceas habrían dominado el paisaje, y entre el escaso arbolado dominarían los pinos y los abedules. Aun así, como en el Alto de la Espina, existen presencias de diversos taxa mesófilos y termoesclerófilos que apuntan a que zonas refugio debieron haber existido en este sector de los Picos de Europa.
- La transición *Younger Dryas*/Holoceno fue muy rápida, instalándose condiciones climáticas mucho más benignas que influyeron significativamente en los cambios de las comunidades vegetales y en el

rápido avance de los taxones mesotermófilos.

- El Holoceno inicial se caracterizó por un aumento de la humedad, que se acentuó a partir de 9750 cal BP. Estas condiciones favorecieron la instalación de densos bosques planocaducifolios en la zona del Lago Enol.
- Durante el Holoceno medio se asiste a la instalación de condiciones más secas desde 8600 cal BP, mostrando un Holoceno bipartido, tal y como ocurre en otros registros.
- El evento 8200 cal BP, en el registro del Lago Enol, se manifiesta con una pequeña bajada de los porcentajes arbóreos y un incremento de la diversidad polínica.
- Durante los inicios del Holoceno final se asiste al comienzo de la actividad antrópica en la zona del Lago Enol en el Calcolítico, acentuándose desde finales de la Edad del Bronce. Esto supuso una ligera deforestación y un cambio cualitativo en la composición forestal, ya que se vieron favorecidas especies como el castaño, el nogal y el haya.
- No se tiene registro para la cronología comprendida entre *ca.* 2200-300 cal BP, pero la

información aportada por otros registros polínicos cercanos, que sí que comprenden este marco cronológico, muestra que los procesos antrópicos han ido en aumento desde entonces.

- En el sondeo corto se registra el final del periodo frío llamado la Pequeña Edad del Hielo. En esta cronología el paisaje estaba bastante deforestado, tanto por las características climáticas adversas como por las actividades antrópicas. Estas actividades consistieron en una presión ganadera muy intensa, cercana incluso al lago, y en el cultivo de centeno, cereal altamente resistente a condiciones climáticas desfavorables.
- Tras la Pequeña Edad del Hielo el clima pasó a poseer características más benignas que permitieron un mayor desarrollo forestal. Las formas de antropización cambiaron, ya que la agricultura y la ganadería han ido disminuyendo en importancia, cobrando un mayor auge la plantación de especies alóctonas como pinos y eucaliptos, y la promoción turística de la zona. Aun así, Picos de Europa lleva teniendo figuras de protección desde 1918 que, aunque durante unas épocas han sido más efectivas que durante otras, parece que están permitiendo la regeneración del bosque autóctono de roble y haya.

6. Resultados e interpretación de las secuencias

7. Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno

Tras la exposición de los resultados obtenidos en las secuencias polínicas asturianas, de diverso origen sedimentario, estudiadas en esta Tesis Doctoral, en este apartado de discusión general se realizará una síntesis de los mismos junto con los datos de las descritas previamente en el capítulo de antecedentes más otros registros que, en un ámbito regional para toda la vertiente norte de la Península Ibérica, puedan ser usados comparativamente. Esta síntesis se abordará por períodos cronológicos, e intentará elaborar una visión general sobre la configuración de los paisajes y la dinámica de la antropización en Asturias durante el Holoceno.

7.1. La transición Pleistoceno/Holoceno (13000-11500 cal BP): la existencia de refugios

La transición entre el final del Tardiglaciario (*Younger Dryas*) y el periodo interglaciario en el que vivimos en la actualidad, el Holoceno, ha sido descrita como un fenómeno de características abruptas (Sowers & Bender, 1995; Burroughs, 2005). Como se ha comentado en el apartado del Lago Enol, todavía no se han resuelto las causas de este acontecimiento, que aún siguen en debate (Lowell & Nelly, 2008). Lo que sí se conoce bien, en base a estudios paleopalínológicos del sur de Europa (p.e. Allen *et al.*, 1996; Watts *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 1997, 2004), es que el *Younger Dryas* se caracterizó por ser un periodo frío y con probables sequías estacionales (McManus *et*

al., 2004). La transición de este periodo al inicio del Holoceno fue un proceso muy rápido, que pudo abarcar tan sólo unas décadas (p.e. Rasmussen *et al.*, 2006), por lo que en los diagramas polínicos se aprecian grandes cambios en esta cronología, ya que este paso de unas condiciones desfavorables a otras más benignas, como las del Holoceno, influyó profundamente en modificaciones de las comunidades vegetales, provocando un rápido avance de taxa mesotermófilos y un claro retroceso de los dominantes desde la última pulsación fría del Último Máximo Glaciar (Ammann *et al.*, 2000).

Registros montañosos

En general, en los registros de las zonas montañosas asturianas de la Cordillera Cantábrica, como el sondeo largo del **Lago Enol** (Fig. 6.36), el **Lago de Ajo** (McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1996; Fig. 4.14), la **Laguna de La Mata** (Belet, 1993) y el **Puerto de Leitariagos** (García-Rovés *et al.*, 2001; García-Rovés, 2007), se observa una mayor importancia de los pinares (seguramente de *Pinus sylvestris*, pero sin descartar que *P. uncinata* pudiera haber jugado algún papel más secundario; Costa Tenorio *et al.*, 1990; Franco Múgica *et al.*, 2000) durante el *Younger Dryas* y la transición al Holoceno. En este último periodo pierden importancia rápidamente, pasando a ser sustituidos por formaciones más termófilas que habían quedado relegadas a zonas refugio durante las épocas más frías y desfavorables del Pleistoceno (García Antón *et al.*, 2002).

Esta mayor importancia del pinar con respecto a otros taxa arbóreos, en el Tardiglaciario, también se observa en las zonas cantábricas leonesas de la vertiente meridional como **Laguillín** y **Polvaredo** (García-Rovés, 2007), y en las del cantábrico más occidental de la Sierra de Ancares (p.e. **Pozo do Carballal**, Muñoz Sobrino *et al.*, 1997) y del Courel (p.e. **Laguna Lucenza**, Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2001); al igual que en las estribaciones más orientales de las montañas cantábricas (p.e. **Puertos de Riofrío**, Menéndez Amor & Florschütz, 1963). En zonas más lejanas, siempre en la Región Eurosiberiana, como los Pirineos, está dinámica también se observa (**El Portalet**, González-Sampériz *et al.*, 2006); mientras que este mismo patrón puede constatarse igualmente en las zonas montañosas de la Región Mediterránea del noroeste ibérico en general, gracias a diversos estudios del entorno del **Lago de Sanabria** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961; Allen *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004), y del norte del Sistema Ibérico, como **Quintanar de la Sierra** (Peñalba *et al.*, 1997), **Laguna Grande** (Vegas *et al.*, 2001; Ruiz Zapata *et al.*, 2002, 2003) y **Lago de Las Pardillas** (Sánchez Goñi & Hannon, 1999). En estos registros el papel del pinar también es importante, aunque no sólo en esta cronología sino también durante gran parte del Holoceno. Este último hecho también se observa en el cantábrico más oriental, en la secuencia comentada de los Puertos de Riofrío, seguramente como consecuencia de la mayor continentalidad de estos territorios.

El aumento de las temperaturas y las precipitaciones que caracterizaron el comienzo del Holoceno, por lo tanto, provocaron posiblemente el inicio del

declive de los pinares montanos cantábricos, que tuvieron que migrar hacia cotas más elevadas y con características más continentales, como la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (Alcalde Olivares *et al.*, 2001; García Antón *et al.*, 2002), donde a día de hoy todavía sobreviven auténticos relictos como el pinar de Lillo (García Antón *et al.*, 1997; Muñoz Sobrino *et al.*, 2003). Estos pinares, aunque muy reducidos y acantonados en zonas aptas para su desarrollo durante el Holoceno, han pervivido hasta fechas relativamente recientes, no siendo hasta hace unos dos mil años cuando la influencia del ser humano ha mermado sus poblaciones naturales (Rubiales *et al.*, 2008), quedando tan sólo relictos como el comentado. Por ello se ha llegado a cuestionar, sobre todo desde los postulados fitosociológicos, el hecho de su carácter autóctono, dando a esos pinares el carácter de repoblaciones recientes; aunque además de los estudios paleobotánicos, aproximaciones toponímicas han resuelto esta problemática (Díaz-Fernández & Gil Sánchez, 1996).

A estos pinos montanos, durante el final del Pleistoceno, les acompañarían todo un elenco de taxa estépicos (p.e. *Artemisia*, *Juniperus* tipo, Poaceae, etc.), que jugaron un importante papel en la configuración de los ecosistemas tardiglaciares (Costa Tenorio *et al.*, 1990, 2001; Carrión *et al.*, 2000a), mostrando un paisaje más o menos abierto, y con cierta importancia de *Betula* debido a su carácter heliófilo (Salas, 1992; García Antón *et al.*, 2002). Aun así, en la mayoría de los estudios polínicos mencionados siempre están presentes, durante el Tardiglaciario, de manera más o menos esporádica, taxa mesófilos como *Quercus caducifolia*, *Corylus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Fagus*, e incluso taxa como

Castanea y *Juglans*. Estos dos últimos han sido considerados hasta hace poco como especies introducidas durante el Holoceno reciente, pero desde hace unas décadas se han aportado los suficientes datos para demostrar su carácter autóctono (p.e. Sánchez Goñi, 1988; Carrión & Sánchez-Gómez, 1992; Krebs *et al.*, 2004).

Además de estos taxa mesófilos, algunos diagramas como el de Laguna de La Mata (Belet, 1993), el de Enol presentado en esta Tesis Doctoral, y los de varias secuencias montañosas gallegas (Ramil-Rego *et al.*, 1996a), presentan curvas de taxa termoesclerófilos, que son más habituales en zonas con clima mediterráneo, tales como *Quercus perennifolia*, un verdadero relicto de la última glaciación (Ramil-Rego *et al.*, 1998b). Estos hechos hablan de la existencia de múltiples enclaves refugio de taxa muy diversos, tanto de mesófilos caducifolios como de termoesclerófilos, en el seno de la montaña cantábrica, y no sólo en zonas con altitudes bajas o cercanas a las costas (Bennet *et al.*, 1991). Estos refugios son muy importantes para entender la rapidez de la colonización de los paisajes por parte de los mismos acontecida a inicios del Holoceno.

Registros en valles y montañas interiores

Alejándonos de las zonas montañosas de la Cordillera Cantábrica, en los valles y montañas más interiores de Asturias, es difícil hacerse una idea del paisaje existente a finales del Tardiglacial e inicios del Holoceno, ya que se poseen muy pocos datos para cubrir esta transición. En la zona occidental asturiana se cuenta con los datos antracológicos y palinológicos del yacimiento arqueológico de **Los Azules** (López García, 1981a; Uzquiano, 1990,

1992, 1995; Fig. 4.10), cercano a la Cordillera Cantábrica, en donde *Pinus* también jugó un importante papel en la configuración de los paisajes durante esta transición. Aun así, en este caso, el papel de los mesófilos está sensiblemente mejor representado que en la montaña, mientras que los taxa estépico tuvieron menos importancia, habiendo coberturas arbóreas mayores que en zonas más elevadas.

Para la parte centro-occidental asturiana se cuenta con los datos aportados en este estudio por la turbera del **Alto de la Espina** (Fig. 6.23) respecto al *Younger Dryas*, en el que las características son más o menos parecidas a las de Los Azules, pero por su mayor lejanía de las zonas montañosas se observa una menor importancia aún de *Pinus*. El paisaje tendría igualmente un carácter estepario, aunque más arbolado que en la propia Cordillera Cantábrica, estando entre esos árboles no solamente los pinos, sino todo un elenco de mesófilos (*Quercus caducifolia*, *Betula*, *Corylus*, *Salix*, *Castanea*, *Fagus*, etc.), formando bosques mixtos frondosa-conífera o parches boscosos diferenciados pero igualmente distribuidos espacialmente. Para el oeste asturiano no existen datos de las zonas interiores, pero en las secuencias gallegas se observa la misma característica, una codominancia entre *Pinus*-mesófilos, principalmente *Quercus caducifolia*, en el seno de un paisaje semiestépico (Ramil-Rego *et al.*, 1998a).

Registros litorales y prelitorales

En la zona costera apenas existen datos anteriores al Holoceno, tan sólo la secuencia arqueopalínológica de **La Riera** (Straus *et al.*, 1981, 1983; Leroi-Gourhan, 1986), aunque desafortunadamente posee un

hiato para el *Younger Dryas*; mientras que la turbera de **Las Dueñas** tan sólo posee los inicios del Holoceno (López-Merino *et al.*, 2006; Fig. 6.6), mostrando un paisaje muy abierto de pastizales gramínoideos, donde *Quercus caducifolia* y *Betula* son los taxa arbóreos mejor representados, además de otros más termófilos como *Quercus perennifolia* y *Olea europaea*, que indican la pervivencia de encinares costeros anteriores al Holoceno (Ramil-Rego *et al.*, 1998b; Rodríguez Guitián *et al.*, 2007). El registro cántabro de **La Peña del Perro** (López García *et al.*, 1996) ofrece para el *Younger Dryas* unos porcentajes arbóreos bajos, aunque muestran refugios de taxa como *Betula* y *Quercus*, ya que son los elementos arbóreos mejor representados, al igual que en Las Dueñas.

* * * * *

Como se ha visto, el cambio de las comunidades vegetales durante la transición al Holoceno, tanto en las zonas montañosas como interiores, fue muy rápido, caracterizándose por el paso de una vegetación de tintes estépico al final del Pleistoceno a un paisaje arbolado de caducifolios a principios del Holoceno; todo ello pasando por formaciones mixtas en las que convivirían pinos, mesófilos y esclerófilos según el hábitat. En las zonas más litorales, en cambio, los paisajes gramínoideos serían los dominantes. Entre los mesófilos, aun no siendo los más importantes cuantitativamente, cabe destacar la presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*. Todos ellos aparecen tanto en secuencias litorales (La Riera, Las Dueñas) e interiores (Alto de la Espina, Los Azules), como montañas (sondeo largo del Lago Enol; Puerto de Tarna). Estas presencias, aun siendo esporádicas, son muy importantes ya

que, como se ha ido apuntando a lo largo de esta Tesis Doctoral, ya no queda ninguna duda sobre su carácter autóctono en la Península Ibérica (p.e. Carrión & Sánchez-Gómez, 1992; Ramil-Rego *et al.* 2000; Krebs *et al.*, 2004; Magri *et al.*, 2006). Las actividades antrópicas habrían favorecido su potenciación, pero a partir de poblaciones originarias de la propia zona. En el caso de castaños y nogales ésta habría sido cultivando tales especies (Conedera *et al.*, 2004); mientras que en el del haya sería el resultado de una ecología favorable hacia las perturbaciones antrópicas, que durante el Holoceno medio se hicieron frecuentes, como se ha demostrado para diversos puntos de la geografía europea (p.e. Galop & Jalut, 1995; Ramil-Rego *et al.*, 2000; Magri *et al.*, 2006; Tinner & Lotter, 2006; López-Merino *et al.*, 2008).

7.2. El Holoceno inicial (11500-8600 cal BP): la recuperación climática

Durante el Holoceno inicial las condiciones climáticas sufrieron una mejora con respecto al final del Tardiglaciario, ya que hubo un aumento de la temperatura y de la humedad (Roberts *et al.*, 2004) que permitió, por ejemplo, la acumulación de materia orgánica en suelos del noroeste ibérico, en directa relación con el incremento de la cobertura arbórea, al igual que el comienzo de la deposición de turba, tanto en montañas como en enclaves menos elevados (Pontevedra Pombal *et al.*, 2006). Esta recuperación climática ha sido detectada a escala planetaria en secuencias de muy diverso origen y estudiadas con distintos *proxies* (Bradley, 1999; Burroughs, 2005). Sin embargo, la cronología, duración e intensidad de este proceso muestra una gran variabilidad regional.

Registros montañosos

En las secuencias asturianas se detecta esta misma tendencia apuntada anteriormente, aunque con particularidades distintas dependiendo de las zonas. En el caso concreto de la montaña cantábrica la recuperación climática es muy acusada, tal y como puede comprobarse en las propiedades sedimentológicas y geoquímicas del sondeo largo del **Lago Enol** (Fig. 6.29). En este mismo sondeo también se observa la característica habitual en esta cronología, que es la generalización de los espacios arbolados, principalmente con elementos mesófilos, pero con cierta importancia secundaria de *Pinus* (Fig. 6.36). En Enol, la expansión arbórea corresponde al inicio, principalmente, a *Quercus* caducifolio, indicando la subida de las temperaturas y de la humedad. Aunque es a partir de 9750 cal BP cuando se detecta un mayor incremento de la humedad, tal y como también se observa en los datos sedimentológicos y geoquímicos (Moreno *et al.*, en revisión-b), ya que desde entonces se produce una segunda expansión arbórea y aumentan los porcentajes de *Corylus* (Fig. 6.36). En la secuencia estudiada por Menéndez Amor (1975) del vecino **Lago Ercina** se observa exactamente la misma dinámica, con el dominio de *Quercetum mixtum*, un papel secundario pero importante del pinar, y una aumento de la humedad posterior a los inicios del Holoceno revelado por la proliferación del avellano. En el cercano depósito de **Comeya** (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Fig. 4.12) se posee sólo un registro puntual para el Holoceno inicial, pero es interesante hacer notar la diferencia con respecto a Enol y Ercina, ya que aquí la importancia forestal es de *Pinus*, siendo el elemento mesófilo el secundario. No se ha encontrado explicación

para la diferencia entre estas secuencias, aunque aun así el aumento del arbolado es la tónica general. En el registro del **Lago de Ajo** (McKeever, 1984; Allen *et al.*, 1998; Fig. 4.14) se observan características intermedias, ya que la proliferación de los mesófilos durante los primeros milenios del Holoceno es muy notable, sobre todo de *Quercus* caducifolio y *Betula*, aunque *Pinus* continúa teniendo importancia porcentual, pero en claro descenso. En la turbera del **Puerto de Leitariegos** (García-Rovés, 2007), se observa como el pinar, antes importante, va perdiendo representación, siendo *Betula* y *Quercus* caducifolio los taxa que ocupan los espacios progresivamente. La mayor importancia del abedul en estos dos últimos registros es debida a que están ubicados a altitudes más elevadas que el de Enol (1570 y 1700 m respectivamente, mientras que Enol está a 1070 m de altitud), reflejando la existencia del abedul a cotas más elevadas que las del robledal. En este registro de Leitariegos, al igual que en los de Enol y Ercina, ocurre una segunda expansión arbórea, ya que a mediados del Holoceno inicial se observa la proliferación del avellano, indicando ese aumento de la humedad secundario tras el detectado justo a inicios del Holoceno.

Fuera del territorio asturiano, en las estribaciones cantábricas más occidentales (Sierra de Ancares), el comienzo del Holoceno se caracterizó también por la expansión arbórea derivada de la mejora de las condiciones climáticas (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997). En la secuencia de **Pozo do Carballal** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997) se observa una sola expansión arbórea, dominada por *Quercus* caducifolio, que habría reducido el área ocupada por los pinares y los abedulares durante el final del Tardiglacial; mientras que en el registro de

Suárbol (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997) se detecta la segunda expansión más tardía de *Corylus*. Esta diferencia podría deberse a la menor altitud de Suárbol (1080 m) con respecto a Pozo do Carballal (1330 m). Al sur de Ancares, en la Sierra del Courel, en **Laguna Lucenza**, las características señaladas en los diagramas polínicos siguen la misma tendencia de recuperación y expansión arbórea (Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2001).

En los **Puertos de Riofrío** (Menéndez Amor & Florschütz, 1963), en el sector oriental de la cantábrica, la dinámica de incremento de la superficie arbolada sigue la misma tónica que en las secuencias anteriores, aunque la representación del pino es más importante que en el sector occidental.

En registros de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, como **Polvaredo** (García-Rovés, 2007), **San Isidro** (Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004), **Laguillín** (García-Rovés, 2007) y **Laguna de La Mata** (Belet, 1993), se observan más o menos las mismas características de recuperación arbórea, aunque el papel del pinar es mucho más importante durante estos primeros milenios postglaciares, al igual que se ha comentado para las estribaciones más orientales de las montañas cantábricas (Puertos de Riofrío).

La mayor importancia de las formaciones boscosas de pinar, en las zonas cantábricas meridionales y en las más orientales, es debida a que poseen características más continentales, con influencia mediterránea, frente a la influencia atlántica de la vertiente septentrional y las estribaciones montañosas más occidentales (Alcalde Olivares *et al.*,

2001; García Antón *et al.*, 2002; García-Rovés, 2007; Rubiales *et al.*, 2008). En el mismo sentido, en las zonas netamente bajo un clima mediterráneo, como la vertiente más septentrional del Sistema Ibérico, se detecta también la recuperación arbórea holocena, siendo *Pinus* el elemento más importante en la configuración de los paisajes montanos, tal y como queda registrado en las secuencias de **Quintanar de la Sierra** (Peñalba *et al.*, 1997), **Laguna Grande** (Vegas *et al.*, 2001; Ruiz Zapata *et al.* 2002, 2003) y **Lago de Las Pardillas** (Sánchez Goñi & Hannon, 1999).

Fuera de la Cornisa Cantábrica, aunque dentro del ámbito montañoso del noroeste de la Península Ibérica (Sierra de Segundera), en los registros polínicos de la **Laguna de La Roya**, **Sanabria Marsh**, **Lleguna** y **Laguna de las Sanguijuelas** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961; Allen *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004) se detectan características similares, ya que se eleva la representación de la superficie arbolada en los inicios del Holoceno. En el caso de la Laguna de la Roya (1608 m), a mayor altitud que Sanabria Marsh (1100 m), Sanguijuelas (1080 m) y Lleguna (1050 m), la expansión arbórea corresponde a *Betula*, al inicio, y junto con *Quercus* caducifolio a partir de *ca.* 10700 cal BP. En cambio, en las ubicadas a menor altitud, como Sanabria Marsh, Lleguna y Laguna de las Sanguijuelas, las características son similares, aunque tiene mayor importancia el pinar que el abedular, al estar situadas a cotas menos elevadas. En todas las secuencias se constata una importancia, aunque secundaria con respecto a los mesófilos, de *Pinus*.

La diferencia observada entre los distintos registros, en cuanto a una segunda

expansión arbórea del avellano a mediados del Holoceno inicial indicando un mayor aumento de la humedad, sigue, en general, un patrón diferente entre las vertientes montañosas norte y sur, o lo que es lo mismo entre condiciones más oceánicas o continentales con tendencias mediterráneas (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997). En las zonas con influencia atlántica, en general, salvo a altitudes muy elevadas, habría dos expansiones arbóreas. En cambio, en las zonas meridionales con influencia mediterránea o netamente mediterráneas (como Quintanar de la Sierra, Laguna Grande y Lago de Las Pardillas), la expansión arbórea tan sólo se produjo en una fase, siendo, además, el pino uno de los elementos más importantes en la configuración del paisaje.

Registros en valles y montañas interiores

En los valles y montañas interiores asturianos se poseen las mismas limitaciones en cuanto a número de registros que para el *Younger Dryas*. Tan sólo el registro arqueobotánico de **Los Azules** (López García, 1981a; Uzquiano, 1990, 1992, 1995) ofrece alguna información para el primer milenio de inicios del Holoceno, ya que la turbera del Alto de la Espina posee un hiato sedimentario para esta cronología. El resto de los escasos sitios estudiados de los valles y montañas interiores asturianos son posteriores al Holoceno inicial (véase capítulo de Antecedentes). Los datos polínicos y antracológicos de Los Azules muestran un paisaje eminentemente forestado, en el que *Pinus*, *Corylus* y *Quercus* caducifolio serían los mejores representantes, aunque *Pinus* está en claro retroceso respecto a momentos precedentes (Fig. 4.10).

Tan sólo en Galicia hay secuencias que pueden servir de referencia a esta ubicación entre la montaña y la costa, ya sean valles o sierras aplanadas y poco elevadas. Tanto en el tremoal da **Pena Vella** (Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 1998a) y en el del **Río das Furnas-II** (Ramil-Rego *et al.*, 1996), como en la turbera de los **Montes del Bujo** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961), se observa una primera fase de colonización arbórea con *Pinus* y *Betula*. A partir de *ca.* 10700 cal BP ocurre la expansión del robledal, y posteriormente la del avellano desde *ca.* 9500 cal BP (Ramil-Rego *et al.*, 1996). Esta última expansión de *Corylus* estaría en concordancia con la que ocurre igualmente en las montañas cantábricas, apuntando a ese segundo aumento de la humedad además del propio ocurrido justo al comienzo del Holoceno.

Registros litorales y prelitorales

Para la zona litoral y prelitoral se cuenta con más información propiamente asturiana que para los valles y montañas interiores. En esta Tesis Doctoral se ha presentado la turbera litoral de **Las Dueñas** y la prelitoral de **Monte Areo**, ambas en el área central de Asturias. En general, se observan diferencias entre la situación estrictamente litoral de Las Dueñas y la más prelitoral de Monte Areo.

En la turbera de Las Dueñas (López-Merino *et al.*, 2006), más cercana al mar, el paisaje se caracterizó por ser de carácter abierto y compuesto mayoritariamente por pastos gramínoideos (Fig. 6.6). La mejora climática queda reflejada en el desarrollo de las plantas hidro-higrófitas, que también debieron de ser muy importantes en la configuración de los paisajes costeros. Los

altos valores de Cyperaceae y de *Drosera rotundifolia* tipo dan cuenta de la instalación de unas condiciones climáticas favorables para la formación y acumulación de turba, al igual que los valores crecientes de Filicales monoete, *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*. La documentación del Tipo 181 en esta cronología daría cuenta de un enriquecimiento en nutrientes de las zonas húmedas, que indicarían el paso a unas condiciones meso-eutróficas (van Geel *et al.*, 1983b; López Sáez *et al.*, 1998, 2000). La vegetación regional también está representada en el diagrama de Las Dueñas, observándose, de la misma manera, características que indican la mejora climática. En esta cronología, de principios del Holoceno, se produce la expansión arbórea de mesófilos como el abedul, el roble, el sauce y el avellano; y de taxa termófilos como *Quercus perennifolia* junto con pequeñas presencias de *Olea europaea* que, como se ha comentado en varias ocasiones, también indicarían la instalación de unas condiciones climáticas más térmicas que permitieron el desarrollo de encinares costeros, posiblemente acompañados de acebuche u otros elementos termófilos (Costa Tenorio *et al.*, 2001).

En una situación menos cercana al mar, o sea prelitoral, en el registro de Monte Areo (Fig. 6.12), también se evidencian los signos de recuperación climática asociados al inicio del Holoceno, ya que se produce el desarrollo de plantas hidro-higrófitas como ocurre en Las Dueñas, al igual que, como se ha comentado en el apartado de resultados, con la aparición de los microfósiles no polínicos Tipo 114, Tipo 225 y *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Tipo 342) (Pals *et al.*, 1980; van Geel *et al.*, 1981, 1989; Kuhry, 1985, 1997). La expansión arbórea es asimismo muy notable, constando de dos fases. En la

primera se produjo un dominio arbóreo por parte del abedul debido, seguramente, a su carácter heliófilo y a su gran competencia como primocolonizador de espacios abiertos (Costa Tenorio *et al.*, 2001). A partir de ca. 9500 cal BP, en una segunda fase, este taxón, aun teniendo importancia en el paisaje, disminuye su representación al mismo tiempo que *Alnus* y *Quercus* caducifolia la aumentan. Este hecho indicaría de nuevo un segundo incremento de la humedad en estas fechas, en ámbitos prelitorales, tal y como ocurre en las zonas montañosas e interiores como antes se comentó. Otro taxón que aparece, tanto en Las Dueñas como en Monte Areo, aunque con muy bajos porcentajes, es *Pinus sylvestris* tipo. Su procedencia es extra-regional, haciendo referencia a los pinares cantábricos comentados para las zonas montañosas, y que llegarían hasta aquí debido a la dispersión a gran distancia que posee el polen de pino (Moore *et al.*, 1991).

En la costa oriental asturiana se cuenta con los datos arqueopalinológicos de **La Riera** (Straus *et al.*, 1981, 1983; Leroi-Gourhan, 1986), en situación litoral, por lo que sus resultados son comparables con Las Dueñas. En este registro se evidencian características muy similares a las observadas para Las Dueñas, ya que los porcentajes arbóreos no son los dominantes. Aunque el espacio no estuviera densamente arbolado, se comprueban igualmente hechos que constatan una mejora climática. En el caso de La Riera, las plantas hidro-higrófitas alcanzan altos porcentajes, principalmente Filicales, y se observa la expansión arbórea de los elementos mesófilos ya comentados para Las Dueñas, como el abedul, el roble, el sauce y el avellano, además del aliso; al igual que la pérdida de importancia de *Pinus*, mismos hechos que se constatan en el

estudio arqueopalinológico de **Liencres** (Clark & Menéndez Amor, 1975), un yacimiento asturiense al aire libre ubicado en la costa santanderina.

Para la costa occidental asturiana no se poseen datos palinológicos, aunque afortunadamente existe un trabajo paleobotánico de estudio de los macrorrestos vegetales en el yacimiento litoral de **Navia** (García-Amorena, 2007; García-Amorena *et al.*, 2008). Estos macrorrestos están fechados entre 8752-8449 cal BP, y muestran un registro puntual de restos leñosos de roble y aliso, en concordancia con los datos polínicos anteriormente comentados. Para la zona costera cantábrica gallega, aunque sí que existen estudios polínicos (Ramil-Rego *et al.*, 1996), éstos no cubren la cronología correspondiente al Holoceno inicial.

* * * * *

Durante el Holoceno inicial se constata una colonización de los espacios, anteriormente abiertos, por parte del arbolado. Este proceso se caracterizó por ser muy rápido (Rasmussen *et al.*, 2006). En los registros comentados se observan estos hechos, mostrando una mejora de las condiciones climáticas en términos de aumento de las temperaturas y las precipitaciones con respecto a la fría y árida fase del *Younger Dryas* (McManus *et al.*, 2004). En general, se han constatado diferencias entre los registros dependiendo de su ubicación. Al sur y al este de la Cordillera Cantábrica se observa una sola expansión arbórea, siendo además el pinar una de las formaciones más importantes en la configuración de los espacios montanos. En cambio, al norte de la Cordillera Cantábrica y en situaciones occidentales,

tanto en zonas montanas como interiores y más cercanas a la costa, se pueden identificar dos expansiones arbóreas, siendo además las formaciones de mesófilos caducifolios los más importantes en la configuración paisajística. Esta segunda expansión arbórea, con peculiaridades dependiendo de la ubicación de cada registro y con una cronología cercana a 9700-9500 cal BP, estaría indicando un nuevo aumento de la humedad tras el ya conocido de los propios inicios del Holoceno. Estas diferencias entre las dos vertientes de la Cornisa Cantábrica y entre las zonas orientales y occidentales obedece a las condiciones más oceánicas o continentales con tintes mediterráneos a las que estuvieron sometidas las distintas secuencias (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997; Alcalde Olivares *et al.*, 2001; García Antón *et al.*, 2002; García-Rovés, 2007; Rubiales *et al.*, 2008)

7.3. El Holoceno medio (8600-4600 cal BP): la existencia de unas condiciones más secas y el inicio de la antropización

En general, para el Holoceno medio se ha observado una tendencia hacia condiciones de carácter más seco (p.e. Wanner *et al.*, 2008), que además coincide con el final del Periodo Húmedo Africano y de la deposición S1 de sapropel (deMenocal *et al.*, 2000). Este mismo proceso también se ha descrito para el norte de la Península Ibérica en una amplia variedad de registros (p.e. Santos *et al.*, 2000; Valero-Garcés *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004; González-Sampériz *et al.*, 2008), tal y como se ha comentado en el apartado de resultados correspondiente al Lago Enol. Además, es durante el Holoceno medio cuando se empiezan a detectar los primeros indicadores polínicos de antropización sobre el paisaje, particularizados en actividades agrícolas y

ganaderas. La adopción de la economía productiva supuso un cambio radical en las formas de vida, de subsistencia y de manejo del paisaje por parte de las primeras comunidades neolíticas (Mazoyer & Roudart, 2006). En este apartado, en primer lugar se describirán las características de la vegetación como en los anteriores, y con posterioridad se hará hincapié en el evento 8200 cal BP y los inicios y dinámica de la antropización durante el Holoceno medio.

Registros montañosos

En el registro lacustre del **Lago Enol**, en la zona montañosa oriental asturiana, se constata este patrón de tendencia hacia un descenso de las condiciones húmedas que se habían alcanzado durante el Holoceno inicial hasta 8600 cal BP, tal y como se refleja en los datos sedimentológicos y geoquímicos del sondeo largo (Moreno *et al.*, en revisión-b; Fig. 6.29). Los datos polínicos muestran un desarrollo de *Anabaena*, cuyos valores son bajos durante el Holoceno inicial y muy altos durante el *Younger Dryas* (Fig. 6.36). Este incremento está relacionado con la eutrofización del lago debido, probablemente, a un descenso del nivel de su lámina de agua (van Geel *et al.*, 1994; Riera *et al.*, 2006). El microfósil no polínico *Glomus cf. fasciculatum* (Tipo 207) se hace más frecuente durante el Holoceno medio, hecho que probablemente entre en relación con fases erosivas relacionadas con momentos más xéricos (van Geel *et al.*, 1989). Este descenso de la humedad seguramente esté también en concordancia con la mayor representación de *Juniperus* tipo. Unido a todo esto, se muestra una evidencia más, como es la mayor importancia de taxa riparios (fresno, sauce y aliso, ciperáceas y ranunculáceas) como

consecuencia de la bajada del nivel del lago y una colonización de las nuevas riberas, más anchas, por parte de estas especies (Fig. 6.36).

Aun así, el arbolado sería muy denso y los bosques planocaducifolios constituirían las formaciones que dominarían el paisaje, con cierta importancia secundaria del pinar y el encinar. En el vecino depósito de **Comeya** no se posee información para esta cronología (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Fig. 4.12); mientras que para el registro de **Corteguero** (Parque Natural de Redes, Ruiz Zapata *et al.*, 2001b; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), aunque no cubre los inicios del Holoceno medio, se observan altos porcentajes de *Juniperus* tipo y *Calluna vulgaris* entre ca. 6550-4500 cal BP.

En el flanco centro-occidental de la montaña cantábrica asturiana se cuenta con otros registros de origen lacustre como **Lago de Ajo** y **Puerto de Leitariegos**. En los datos polínicos del Lago de Ajo (Allen *et al.*, 1996) también se observa en esta cronología el desarrollo de taxa de ribera como *Corylus*, *Ulmus*, *Alnus* y *Fraxinus*, que colonizarían los márgenes del lago tras la bajada del nivel lacustre (Fig. 4.14); mientras que en el Puerto de Leitariegos (García-Rovés *et al.*, 2001; García-Rovés, 2007) las características que se observan señalan de nuevo este descenso de la humedad, ya que durante el Holoceno medio se desarrollan los porcentajes de *Juniperus* tipo, y se produce una disminución de la lámina de agua hasta la colmatación del depósito lacustre, iniciándose el desarrollo de la turbera, tal y como muestra el desarrollo de *Tilletia sphagni* (García-Rovés, 2007), espora fúngica relacionada con musgos del género *Sphagnum* (van

Geel, 1976; Kuhry, 1985). Al igual que en la zona de Enol, aunque se constaten condiciones más secas en esta cronología, un gran desarrollo forestal es la tónica general en los tres registros. Las altitudes más elevadas estarían ocupadas por abedulares, como muestra Leitariegos, mientras que las formaciones caducifolias, dominadas por los robles, ocuparían las zonas con menores altitudes junto con *Pinus*, que posee una importancia secundaria, tal y como se observa en el Lago de Ajo y Enol.

En el registro de origen lacustre **Pozo do Carballal** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997), en la Cordillera Cantábrica occidental (Sierra de Ancares), se observan tendencias similares a las indicadas para otros lagos o lagunas, como es una mayor representación de la vegetación de ribera asociada a una bajada del nivel lacustre (se producen subidas de *Alnus*, *Ulmus*, *Salix* y *Sambucus*; además de Cyperaceae y *Pteridium aquilinum*), junto con una mayor importancia de *Juniperus* tipo. En cambio, en la turbera de **Suárbol** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997), también en Ancares, hay un hiato para esta cronología.

En la vecina Sierra del Courel, en la **Laguna Lucenza** (Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2001), también se produce un desarrollo de la vegetación de ribera, tal y como demuestran los mayores porcentajes arbóreos de *Ulmus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Sambucus* y *Salix*, y de las hidro-higrófitas Ranunculaceae, *Potamogeton* y Cyperaceae. Además, se observa igualmente una mayor presencia de *Juniperus* tipo, y la recurrencia de pequeños porcentajes de *Pinus pinaster*. Este periodo menos húmedo, en comparación con el Holoceno inicial, no significó, como se ha visto para Enol y otras secuencias de la parte central cantábrica, una

época desfavorable para el desarrollo forestal, puesto que se constatan altísimos porcentajes arbóreos en todas las secuencias. En el caso de las estribaciones más occidentales de la cantábrica, igual que en la parte central comentada, el bosque mesófilo sería el dominante, principalmente formado por quercíneas caducifolias.

En las estribaciones más orientales de la Cordillera Cantábrica, como en los **Puertos de Riofrío** (Menéndez Amor & Florschütz, 1963), se observa un aumento de *Pinus* y una disminución del *Quercetum mixtum* desde *ca.* 7500 cal BP hasta *ca.* 4000 cal BP. En situación algo más oriental está la turbera del **Cueto de la Avellanosa** (Mariscal, 1983), que muestra también la importancia del pinar durante el Holoceno medio en la zona oriental de la cantábrica. En cambio, más al este todavía, caso de la turbera de **Los Tornos** (Peñalba, 1994), con influencia atlántica y situada tan sólo a 920 m, se observa un claro dominio de los bosques mesófilos, sobre todo de roble, avellano y abedul, siendo *Pinus* un elemento secundario. De todas maneras, no se puede hacer una buena descripción de la vegetación, ya que parece existir un hiato, puesto que en menos de diez centímetros se pasa de 7830 ± 90 BP (*ca.* 8646 cal BP) a 4620 ± 70 BP (5358 cal BP).

En la propia Cordillera Cantábrica, aunque en situaciones meridionales, como en **Laguna de La Mata, Polvoredó, San Isidro** y **Laguillín**, también puede constatarse la disminución de la humedad durante el Holoceno medio. Los datos polínicos de la Laguna La Mata (Belet, 1993) hablan en el mismo sentido que los de la vertiente septentrional, ya que se produce un desarrollo de taxa acuáticos como *Potamogeton*, *Typha/Sparganium* y *Nuphar*,

además de la expansión de Cyperaceae, consecuencia de la bajada del nivel del agua del lago. En la dolina de Polvaredo (García-Rovés, 2007) no parece que las condiciones más secas hubieran llegado antes de *ca.* 7000 cal BP, manifestándose en un aumento significativo de taxa asociados a los márgenes lacustres tales como Cyperaceae, Juncaceae, *Typha latifolia* y *Potamogeton*, además de *Alnus*. En la turbera de San Isidro (Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004) se observa una regresión de las formaciones caducifolias y una expansión del pinar; mientras que en Lagullín (García-Rovés, 2007), de origen lacustre, se desarrollan enormemente pastos de Cyperaceae en los márgenes de la laguna junto con *Populus*, notándose también un incremento de *Pinus sylvestris* tipo. Todos estos datos estarían en concordancia con una fase menos húmeda durante el Holoceno medio.

Las características de la vertiente meridional y de la Cordillera Cantábrica oriental difieren, en parte, de lo ocurrido en la vertiente septentrional y la más occidental, ya que parece que la llegada de un periodo más seco ocurre con posterioridad. La otra característica diferente es el hecho de que el pinar sería la formación dominante, mientras que los mesófilos caducifolios tendrían una importancia secundaria, justo al contrario que en la fachada norte y la parte oeste. Como se ha comentado, esto parece ser debido al mayor grado de continentalidad de la fachada sur frente a una mayor influencia oceánica en los enclaves más septentrionales y occidentales de la Cordillera Cantábrica (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997).

En el entorno de Sanabria, los diversos trabajos realizados en su seno, muestran características más continentales.

El aspecto más importante durante el Holoceno medio es el incremento de los porcentajes de *Pinus* con respecto al Holoceno inicial en los registros polínicos de **Sanabria Marsh, Llaguna y Laguna de las Sanguijuelas** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961; Allen *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004), en donde el bosque caducifolio era el dominante. En la **Laguna de La Roya** (Allen *et al.*, 1996) esta característica no se observa, sino que se desarrolla primordialmente el abedular, pero esto puede explicarse debido a su localización a una mayor altitud (1608 m). Por lo tanto, durante el Holoceno medio se produce una codominancia entre *Pinus* y *Quercus* caducifolio, quizá como reflejo de unas condiciones más secas; al igual que también proliferan los ya mencionados taxa de ribera para otras secuencias lacustres, como alisos, fresnos, olmos, sauces y diversas plantas hidro-higrófitas.

En el Sistema Ibérico Septentrional también puede describirse el Holoceno medio como un periodo más seco que el inicial. En el **Lago de Las Pardillas** (Sánchez Goñi & Hannon, 1999) se observa un desarrollo de la vegetación de ribera, tal y como muestran tanto los datos polínicos como el estudio de los macrofósiles, donde Nymphaeaceae, *Potamogeton*, *Alisma* y *Ranunculus* se hacen importantes. Estos datos están señalando la bajada del nivel lacustre como consecuencia de una menor humedad y la colonización de esas nuevas riberas por esta vegetación. Aun así, como ya se ha ido viendo para otras secuencias, se observa una estabilización de la cobertura forestal, que es la más alta de toda la secuencia, siendo el pinar el elemento mayoritario en la configuración del paisaje. En el registro polínico de la **Laguna Grande** (Vegas *et al.*, 2001; Ruiz Zapata *et*

al. 2002, 2003) la vegetación dominante durante esta cronología corresponde a *Pinus* y *Betula*, taxa montanos que ocuparían los alrededores. Donde sí existen cambios notables en el estudio sedimentológico del mismo registro (Vegas, 2007), en donde durante el Holoceno medio se produce un cambio significativo, ya que se pasa de un sistema lacustre a un medio palustre, reflejando un descenso de la lámina de agua, pasándose de un sedimento típicamente lacustre a uno turboso. Además, el estudio de los microfósiles no polínicos realizado por López Sáez (2000) refleja un aumento de la vegetación de macrófitas en las orillas, además de desaparecer el registro de diatomeas (López García, 2000). En el sondeo de **Quintanar de la Sierra** (Peñalba, 1994) también se observa este cambio en las características sedimentológicas, siendo en el Holoceno inicial de lodos y durante el medio de turba. La vegetación que refleja es la misma que la de Laguna Grande, siendo el pinar y el abedular los elementos mayoritarios del paisaje.

En general, en todos los registros montañosos se observan tendencias que indican condiciones menos húmedas durante el Holoceno medio que durante el inicial. Aun así, las temperaturas debieron de ser elevadas, y las condiciones propicias para el desarrollo de los bosques, ya que se constatan los porcentajes arbóreos más altos de todo el Holoceno. Si el Holoceno inicial fue un periodo de expansión arbórea, el Holoceno medio se puede considerar como el periodo de estabilización de los espacios boscosos (Ramil-Rego, 1993). Un evento climático abrupto, el llamado 8200 cal BP, puede distinguirse en algunos de los registros. Este hecho se comentará posteriormente (7.3.1).

Registros en valles y montañas interiores

En esta cronología se vuelven a tener los mismos problemas que en las anteriores, ya que de pocos datos se cuenta para la zona interior asturiana, tan sólo los de la turbera del **Alto de la Espina**. En su diagrama polínico se observan altos porcentajes arbóreos (ca. 80%), sobre todo de *Quercus* caducifolio, aunque también de otros mesófilos como *Corylus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Salix* y *Ulmus* (Fig. 6.23). Al carecer de datos en esta secuencia para el Holoceno inicial es difícil intentar inferir unas condiciones menos húmedas con respecto a éste. Aunque la presencia de *Gelasinospora* (Tipo 1) (van Geel, 1976) y los bajos porcentajes del Tipo 18 (Martínez Cortizas *et al.*, 2005) con respecto a fases posteriores, pudiera estar hablando en ese sentido. Aun así, no se puede confirmar este hecho de manera concluyente.

A partir de ca. 7300 cal BP se constata una bajada de los porcentajes arbóreos (del 80 al 60%), sobre todo de *Quercus* caducifolio, y un incremento de la representación arbustiva, principalmente por parte de los brezos. Estos hechos, junto con otros que se comentarán en el apartado 7.3.2, estarían relacionados con la identificación de actividades antrópicas en la zona.

En las secuencias gallegas comparables con la turbera del Alto de la Espina, como son el tremoal del **Río das Furnas-II** (Ramil-Rego *et al.*, 1996), **Pena Vella** (Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 1998a) y **Chan do Lamoso** (Ramil-Rego *et al.*, 1998a), se observa el mismo dominio del componente arbóreo, excepto en un momento puntual relacionado con el evento 8200 cal BP, siendo los robles y

avellanos los componentes mayoritarios de los bosques circundantes al registro con una presencia reducida de los pinos, y no pudiéndose constatar esta cronología como un período más seco que el Holoceno inicial. Igual ocurre en la turbera de los **Montes del Bujo** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961), en donde de nuevo se observa el dominio arbóreo por elementos caducifolios.

Registros litorales y prelitorales

En la zona central asturiana contamos con los estudios presentados en este trabajo. En la zona propiamente costera, la turbera de **Las Dueñas** (López Merino *et al.*, 2006) poca información ofrece para el Holoceno medio ya que, como se ha comentado en el apartado de resultados, es probable que exista un hiato para esta cronología (Fig. 6.6). La turbera de **Monte Areo**, aunque en situación prelitoral, sí que cuenta con datos para el Holoceno medio. Estos datos muestran un paisaje muy forestado en general, con excepción de varias bajadas de los porcentajes arbóreos puntuales de origen climático o antrópico que se detallarán posteriormente. Este paisaje forestal está compuesto principalmente por caducifolios, con robles, alisos y abedules como máximos representantes (Fig. 6.12). La ocurrencia durante el Holoceno medio de altos porcentajes del Tipo 16C (van Geel, 1978) indica el trasvase a unas condiciones más secas, en concordancia con lo detectado en la montaña y, posiblemente, en el Alto de la Espina. En este mismo sentido, la aparición de *Pinus pinaster* en esta cronología, pudiera ser un indicativo de estas condiciones algo más secas que habrían propiciado su desarrollo en las cercanías de la costa, aunque ésta es una hipótesis que deberá verificarse cuando se cuente con un mayor

número de registros polínicos litorales en el norte peninsular. También aparece este taxón en Enol y Alto de la Espina, al igual que en Laguna Lucenza (Muñoz Sobrino *et al.*, 2001), aunque se interpretaría su ocurrencia como transporte desde larga distancia, ya que este pino es más propicio en las zonas costeras (se le llama también pino marítimo además de resinero), sobre todo sobre sustratos arenosos y compactados (García-Amorena, 2007).

En la Sierra de Monte Areo, Gómez-Orellana *et al.* (2000) estudiaron un registro asociado al túmulo XII de los **Megalitos de Monte Areo**. En esta secuencia el polen arbóreo también es el dominante, aunque en este caso la preponderancia del avellano (80%) enmascara la presencia de otros taxa, como por ejemplo el roble, que tan sólo alcanza valores menores del 10%. En este caso no queda más que interpretar que durante el Holoceno medio una avellanada estaría ubicada de manera local cerca del túmulo.

En el registro polínico de **Villaviciosa** (García Antón *et al.*, 2006), en la costa centro-oriental asturiana, el arbolado también es la tónica general, siendo robles y avellanos los máximos representantes del mismo, aunque con presencia de todo un elenco de caducifolios. La mayor presencia de *Quercus* perennifolio durante el Holoceno medio que en fases posteriores podría estar en concordancia con una fase algo más seca que hubiera favorecido su expansión. Los macrorrestos botánicos estudiados por García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008) constatan la presencia del elenco de caducifolios comentado para los datos polínicos. En el mismo sentido habla el estudio antracológico de **Mazaculos II** (Uzquiano,

1995), que muestra entre *ca.* 7900-5900 cal BP la presencia de *Quercus robur/petraea* junto con *Corylus* y *Fraxinus*. Interesante es la aparición de restos de encina y madroño (*Arbutus*), que podrían estar indicando una fase más seca como en Villaviciosa, así como la presencia de estos elementos termófilos acantonados en enclaves costeros de manera relictas.

Fuera de las costas asturianas, hacia el este, también se han realizado estudios de macrorrestos en los yacimientos cántabros de **Merón** y **Oyambre** (García-Amorena, 2007; García-Amorena *et al.*, 2008). Los datos muestran, de nuevo, la importancia de *Quercus* caducifolio en el paisaje, aunque en ambos yacimientos es de destacar la presencia de laurel (*Laurus*). Para la costa cantábrica occidental, en zona gallega, no hay datos holocenos publicados reseñables.

7.3.1. El evento 8200 cal BP

Los registros de hielo de Groenlandia han mostrado que hace unos 8200 años las temperaturas de la región del Atlántico Norte disminuyeron abruptamente, recuperándose en unos cientos de años (Leuenberger *et al.*, 1999; Johnsen *et al.*, 2001). El evento 8200 cal BP es uno de los momentos de variabilidad climática más característicos del Holoceno, habiéndose descrito como una etapa especialmente fría en el seno del Holoceno entre *ca.* 8400-8000 cal BP (Bond *et al.*, 1997; Barber *et al.*, 1999; Dean *et al.*, 2002; Heiri *et al.*, 2004). Además, en la zona del Atlántico Norte ha sido el periodo más frío de todo el Holoceno (Wiersma & Renssen, 2006). Este evento se definió originalmente a partir de un cambio negativo registrado en el $\delta^{18}\text{O}$ de diversos sondeos sobre hielo en Groenlandia (GRIP, *Greenland Ice Core Project*). El $\delta^{18}\text{O}$ es

considerado un buen indicador de paleotemperaturas, ya que valores altos de éste coinciden con aumentos de la temperatura. Durante el evento 8200 cal BP se constató una disminución de este indicador en el sondeo GRIP, lo que permitió afirmar la ocurrencia de un evento frío en esta fecha (Tinner & Lotter, 2001). Diversos *proxies* han podido documentar igualmente, en las últimas décadas, esta pulsación fría, particularmente en Groenlandia, Atlántico Norte y Europa occidental (Alley *et al.* 1997; Klitgaard-Kristensen *et al.* 1998; von Grafenstein *et al.* 1998; MacDermott *et al.* 2001; Magny *et al.* 2003; Heiri *et al.* 2004; Muscheler *et al.* 2004). Kurek *et al.* (2002) han cifrado en 4°C la disminución de la temperatura durante este evento en Norteamérica. Eventos contemporáneos han sido documentados en Asia occidental y África del Norte (Gasse & Van Campo 1994) y en la región tropical atlántica (Hughen *et al.* 1996). Se trata pues de un evento de carácter planetario, durante el cual se produce una rápida extensión de especies vegetales sensitivas a la xericidad ambiental (Tinner & Lotter 2001). Este evento se ha detectado, por lo tanto, en registros de muy diverso origen (Burroughs, 2005), y parece que también puede identificarse en algunos de los registros asturianos.

Registros montañosos

Aunque, como se ha visto, el Holoceno medio parece que pudo ser menos húmedo que el inicial, la estabilización de la cubierta arbórea y su alta representación es la tónica general que se observa en los diagramas polínicos. Aun así, en ciertos registros pueden vislumbrarse los efectos del enfriamiento derivado del evento 8200 cal BP. Como se ha visto, en el diagrama

presentado en esta Tesis Doctoral del **Lago Enol**, se observa que, aunque no es un hecho muy abrupto, disminuye el porcentaje arbóreo en esta cronología (Fig. 6.36). A su vez aumentan los herbáceos, siendo notables Apiaceae, Fabaceae y Poaceae, todo ello en paralelo con un aumento de la diversidad polínica. En otros registros montañosos asturianos como **Lago de Ajo** (Allen *et al.*, 1996) también se observa una reducción de los porcentajes arbóreos, aunque no sea muy acusada (Fig. 4.14). En cambio, en la secuencia de **Puerto de Leitriegos** (García-Rovés *et al.*, 2001; García-Rovés, 2007), debido a la escasa resolución cronológica que posee, no puede identificarse el evento, aunque sí que ocurren algunas bajadas de polen arbóreo. En las estribaciones occidentales cantábricas, Sierra de Ancares, este evento puede que esté reflejado en la turbera de **Suárbol** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997), donde se detecta un hiato para esta cronología, por lo que posiblemente tuviera relación con este evento, teniendo como consecuencia el arrasamiento de los niveles turbosos. En cambio, en **Pozo do Carballal** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997), aunque se perciben ciertas fluctuaciones en los porcentajes arbóreos, siendo notable el descenso de *Quercus* caducifolio entre 200 y 215 cm, no puede precisarse su cronología puesto que el número de dataciones es escaso, quedando además lejos de esta fluctuación. En la Sierra del Courel, en los estudios de la **Laguna Lucenza** (Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2001) no se consigue detectar, en cambio, ninguna fluctuación arbórea que pueda estar en relación con el evento 8200 cal BP.

En la zona oriental de la Cordillera Cantábrica no se tienen datos al respecto para el registro del **Cueto de la Avellanosa**

(Mariscal, 1983), ya que su comienzo es posterior (6020 ± 140 BP, 7246-6552 cal BP). En cambio, en **Los Tornos** (Peñalba, 1994) se identifica un hiato inmediatamente posterior a la datación 7830 ± 90 BP (8977-8428 cal BP), por lo que es muy probable que sea causa del evento 8200 cal BP. Desafortunadamente, la resolución a la que está estudiada la secuencia de los **Puertos de Riofrío** (Menéndez Amor & Florschütz, 1963), cada 20 cm, posiblemente sea la responsable de que no se aprecie el evento 8200 cal BP en sus espectros polínicos.

En la parte meridional de la Cordillera Cantábrica las secuencias polínicas no poseen las suficientes dataciones radiocarbónicas para ubicar con precisión este intervalo cronológico concreto. En la **Laguna de La Mata** (Belet, 1993), aunque se observa una disminución puntual más o menos importante de *Quercus* caducifolio en el Holoceno medio, no es posible ubicar cronológicamente el intervalo. En la dolina de **Polvaredo** (García-Rovés, 2007), el hecho de que una secuencia tan antigua (más de 18000 cal BP) posea tan sólo 115 cm de profundidad y se haya estudiado sólo cada 5 cm, limita el reflejo de eventos abruptos y de corta duración como el 8200 cal BP. Las mismas limitaciones cronológicas, por falta de dataciones para el Holoceno medio, se encuentran en **Laguillín** (García-Rovés, 2007). En el registro de **San Isidro** (Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004) existen dos dataciones 8310 ± 200 BP (9678-8648 cal BP) y 6680 ± 70 BP (7658-7439 cal BP) entre las que tendría que ubicarse el evento; en cambio, no se observan fluctuaciones notables en los porcentajes arbóreos. El hecho de que la secuencia esté estudiada a intervalos de 10 cm puede ser el causante de la no

identificación de este evento por una resolución insuficiente.

En el entorno de Sanabria, Muñoz Sobrino *et al.* (2004) identifican tanto en **Lleguna** como en **Laguna de las Sanguijuelas** el evento 8200 cal BP. En el primero de los registros, estudiado a alta resolución, se observa una brusca y puntual disminución de los porcentajes de polen arbóreo, que pasan del 90 al 50%, afectando principalmente a *Quercus caducifolia* y *Pinus sylvestris* tipo. En la Laguna de las Sanguijuelas no es que se identifique el evento propiamente dicho, pero sí su consecuencia, y es que los autores identifican un hiato inmediatamente posterior a la datación 7603 ± 60 BP (8544-8317 cal BP). En el resto de las secuencias, **Sanabria Marsh** (Allen *et al.*, 1996), **Laguna de las Sanguijuelas** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961) y **La Roya** (Allen *et al.*, 1996), aunque existen fluctuaciones en los porcentajes arbóreos, no es posible identificar de una manera clara este evento. Este hecho quizás sea debido a la menor resolución muestral a la que fueron estudiados, en comparación con las secuencias de Muñoz Sobrino *et al.* (2004).

En el Sistema Ibérico Septentrional se identifica este evento en el **Lago de las Pardillas** (Sánchez Goñi & Hannon, 1999). Las autoras demuestran, entre 7400-7100 BP (*ca.* 8245-7943 cal BP), una puntual expansión de Ericaceae coincidente con un máximo en microcarbones y una reducción de la biomasa del bosque. En el sondeo de **Laguna Grande** (Vegas *et al.*, 2001; Ruiz Zapata *et al.* 2002, 2003) se observa un abrupto descenso de los porcentajes de *Pinus sylvestris* tipo, del 90 al 25%, con la elevación de los valores de *Betula*. Este hecho se enmarca entre dos dataciones: 8010

± 30 BP (*ca.* 8884 cal BP) y 7820 ± 70 BP (*ca.* 8613 cal BP), que aunque no corresponden exactamente a 8200 cal BP, podrían estar haciendo referencia a este evento, tal y como se confirma en la vecina secuencia de **Quintanar de la Sierra** (Peñalba, 1994), en donde también se produce un brusco descenso del pinar, que está datado en 7150 ± 160 BP (8313-7677 cal BP), y que probablemente esté en relación con la ocurrencia del evento 8200 cal BP. Los registros montañosos de esta zona parecen, por lo tanto, haber sido muy sensibles a este acontecimiento.

Registros en valles y montañas interiores

En la turbera del **Alto de la Espina** se observa un hiato para el Holoceno inicial, tal y como se ha explicado en el apartado de resultados (Fig. 6.23). Los sedimentos anteriores al Holoceno se caracterizan por ser inorgánicos, mientras que el Holoceno medio y final corresponden a turba. El comienzo de la acumulación de turba se data en 7270 ± 88 BP (7978-8180 cal BP), o sea en fechas inmediatamente posteriores al evento 8200 cal BP. Probablemente la turbera empezaría a formarse con la mejora climática a inicios del Holoceno, pero la ocurrencia de este evento erosionaría la turba depositada desde entonces, volviéndose a acumular tras su finalización. Al igual que ocurre con las secuencias de Suárbol y Laguna de las Sanguijuelas (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997, 2004), no se recoge de manera directa la ocurrencia del evento 8200 cal BP, pero sí su consecuencia: un hiato sedimentario para esta cronología.

Desafortunadamente, en Asturias no existen secuencias estudiadas en las montañas y valles interiores que posean esta cronología y que constaten la ocurrencia o

no de este evento. Comparando con el tremol del **Río das Furnas-II** (Ramil-Rego *et al.*, 1996) y **Chan do Lamoso** (Ramil-Rego *et al.*, 1998a), dos secuencias gallegas ubicadas en contextos similares al Alto de la Espina, se observa como este evento queda muy bien registrado polínicamente, produciéndose un notable descenso de los porcentajes arbóreos (*Quercus caducifolia* y *Corylus*) y un aumento de los de Poaceae y Ericaceae a *ca.* 8251 cal BP en Río das Furnas-II, entre *ca.* 8699-8198 cal BP en Chan do Lamoso. Este hecho es abrupto y puntual, acorde con las características del evento 8200 cal BP. En **Pena Vella** (Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 1998a), en cambio, este evento se constata con un hiato sedimentario, al igual que en el Alto de la Espina.

Registros litorales y prelitorales

Para la turbera de **Las Dueñas** (López Merino *et al.*, 2006) no se pueden sacar muchas conclusiones ya que, aunque parezca haber un hiato para esta cronología, no hay datación que lo corrobore (Fig. 6.6). En cambio, en el registro turboso de **Monte Areo**, en el intervalo *ca.* 8500-7900 cal BP, se produce un descenso de los porcentajes arbóreos, sobre todo del roble y el aliso, y un paralelo aumento de los herbáceos (Fig. 6.12). Junto con este descenso arbóreo aparecen dos pequeños picos de *Pseudoschizaea circula* y de *Glomus cf. fasciculatum*, que darían cuenta de procesos erosivos probablemente relacionados con el evento 8200 cal BP. Al igual que en Enol, se documenta un máximo de diversidad polínica contemporáneo al evento.

Como ocurre en los valles y montañas interiores, en la zona litoral y prelitoral asturiana no se cuenta con más

secuencias que cubran esta cronología, puesto que el registro polínico de **Villaviciosa** (García Antón *et al.*, 2006) no comienza hasta *ca.* 7030 cal BP, y los demás sólo cubren el Holoceno inicial o el final.

* * * * *

Se ha intentado recopilar la información palinológica referente a una cronología contemporánea al evento 8200 cal BP en los registros asturianos y de zonas cercanas. Esta visión pone de manifiesto que este evento climático de características frías, descrito a una escala planetaria (Tinner & Lotter, 2001), también tuvo su repercusión en Asturias y en toda la zona noroeste peninsular en general, ya que numerosos registros parecen recogerlo, manifestando hiatus sedimentarios o disminuciones bruscas de los porcentajes arbóreos. Este último reflejo ha sido interpretado como resultado de las primeras evidencias polínicas de antropización sobre el paisaje por parte de las comunidades epipaleolíticas en algunas zonas gallegas (Ramil-Rego, 1992, 1993; Ramil-Rego *et al.*, 1998a). Sin embargo, ni en esos casos, ni en los del resto de las secuencias, las evidencias polínicas que se poseen permiten asegurar impactos antrópicos sobre el bosque, pues si bien es cierto que se corrobora la disminución porcentual de la cobertura arbórea, no se encuentran evidencias claras que hablen de matorralización o ruderalización del paisaje a causa de las actividades antrópicas (Martínez Cortizas *et al.*, en prensa).

El hecho de que algunos registros no recojan el evento 8200 cal BP podría estar en relación con la escasa resolución muestral y cronológica de los mismos. Además, es necesario el estudio paleoambiental de más secuencias que no sean montañosas, puesto

que los datos aún son muy limitados. Un esfuerzo futuro en este sentido sería muy recomendable para poder comprender el alcance de este cambio climático abrupto y puntual del Holoceno, y su posible vinculación con la transición entre comunidades cazadoras-recolectoras mesolíticas y las respectivas neolíticas provistas de una economía productiva (Estévez, 2005).

7.3.2. El inicio de la economía productiva

A lo largo del Mesolítico, las actividades de pesca, caza y recolección de vegetales fueron los modos de subsistencia de los seres humanos, siendo los recursos muy diversificados (Arias, 1992). Durante la transición hacia el Neolítico, en el norte peninsular, debieron de haber convivido las prácticas de caza y recolección con las de ganadería y agricultura (Arias, 1991, 1992, 1999; Zapata, 2000). La adopción de la agricultura y de la ganadería, y por lo tanto la domesticación de plantas y animales, supuso un cambio brutal en la organización social y el estilo de vida de los seres humanos, a la par del desarrollo de un nuevo entramado paisajístico con una clara huella antrópica con el paso de los milenios (Mazoyer & Roudart, 2006).

La difusión de la agricultura y de la ganadería en algunas zonas de Europa todavía está pobremente documentada, y esto es debido, mayoritariamente, a la falta de datos arqueobiológicos (Zapata *et al.*, 2004). La Península Ibérica fue una de las últimas regiones mediterráneas en adoptar la agricultura (hace *ca.* 7500-7200 cal BP; 5500-5200 cal BC), siendo además la Cornisa Cantábrica la más tardía en el proceso de neolitización (Peña-Chocarro *et al.*, 2005b). La península posee una enorme

diversidad de paisajes, incluyendo la franja norte de la misma, en donde está Asturias, con un clima húmedo y de influencia oceánica, ecológicamente muy distinto a aquél en el que se domesticaron los cereales (Zapata *et al.*, 2004). Por esta última razón, se llegó a asumir que el retraso de la adopción de la agricultura en el norte peninsular, con respecto al resto, debió de haberse producido por sus características geográficas y climáticas, que habrían favorecido más el ejercicio de la ganadería que la práctica de la agricultura (véase Zapata *et al.*, 2004). Pero el empuje que actualmente se está llevando a cabo desde disciplinas arqueobotánicas ha conseguido retrasar el origen de la agricultura en la fachada atlántica, demostrando que no fue tan tardía, aun siendo posterior a la del resto de la península (Zapata, 2002; Iriarte *et al.*, 2005; Peña-Chocarro *et al.*, 2005a, 2005b).

El mayor problema en la fachada norte de la Península Ibérica en general, y en Asturias sobre todo en particular, es la escasez de registros arqueológicos de cronología neolítica (sin contar los yacimientos neolíticos megalíticos). Adicionalmente, los estudios en los que estuvieran implicadas disciplinas arqueobotánicas no se han llevado a cabo en los mismos hasta hace unas pocas décadas. Además, en Asturias no existe ningún estudio arqueobotánico de cronología neolítica premegalítica, hecho que no ocurre en el País Vasco, Cantabria y Galicia.

Esta falta de datos al respecto de la neolitización en la Iberia atlántica, y en concreto en Asturias, referente a los estudios arqueobotánicos, hace interesante que intenten utilizarse otros archivos, además de los estrictamente arqueobotánicos y arqueológicos, para poder establecer

modelos en la expansión de la agricultura en esta zona. Como se ha mostrado para las turberas de Monte Areo y del Alto de la Espina, los registros de origen natural, en condiciones adecuadas, pueden ser excelentes fuentes de información, sobre todo cuando en sus alrededores se ha documentado ocupación humana desde periodos prehistóricos.

Registros montañosos

En las secuencias montañosas el inicio de los indicadores polínicos de antropización es bastante tardío, siendo casi siempre mayoritario el pastoralismo frente a la agricultura.

En la secuencia del **Lago Enol** las primeras evidencias antrópicas se identifican justo a finales del Holoceno medio, *ca.* 4650 cal BP (primera mitad del III milenio cal BC), durante el Calcolítico. Este impacto humano estaría relacionado con el comienzo de actividades pastoriles en el entorno del lago, tal y como muestran el inicio de las curvas continuas de *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo, y el aumento de los porcentajes de *Rumex acetosella* tipo, sin evidencia alguna de agricultura (Fig. 6.36). Aunque no es hasta el final de la Edad del Bronce, ya en el Holoceno final, cuando estas actividades se intensifican, produciéndose además procesos de matorralización. Todo este proceso está acompañado del incremento de la diversidad polínica. En la cercana depresión de **Comeya** (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), doscientos metros por debajo de Enol, las actividades antrópicas se detectan desde *ca.* 5500 cal BP (segunda mitad del IV milenio cal BC), a finales del Neolítico. Al igual que en Enol, se observan indicadores de actividades pastoriles, tales

como *Plantago*, *Rumex* y *Urtica*; pero además hay que añadir la presencia continua de polen de cereal también desde la segunda mitad del IV milenio cal BC (Fig. 4.12). En el diagrama polínico de **Corteguero** (Ruiz Zapata *et al.*, 2001b; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003), a una altitud de 1530 m, es difícil adscribir cronológicamente las primeras evidencias antrópicas, ya que sólo posee una datación en la base del registro de 5740 ± 150 BP (6905-6218 cal BP). Aun así, podría estimarse que los indicadores antrópicos, *Plantago*, Caryophyllaceae y Asteraceae, se hacen frecuentes no antes de 3500 cal BP (II milenio cal BC), durante la Edad del Bronce. A una altitud similar a Corteguero, en la secuencia del **Lago de Ajo** (Allen *et al.*, 1996; Fig. 4.14), las primeras evidencias antrópicas, también particularizadas en indicadores de actividades pastoriles (*Plantago*, *Rumex*), comienzan incluso más tarde, *ca.* 2600 cal BP (primera mitad del I milenio cal BC), durante la Edad del Hierro. En **Leitariegos** (García-Rovés *et al.*, 2001; García-Rovés, 2007), todavía a una mayor altitud (1700 m), la antropización es aún más tardía, cercana a 2000 cal BP (finales del I milenio cal BC), ya en Época Romana.

Como puede observarse, en las secuencias asturianas de la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica, el impacto humano comenzó en la segunda mitad del IV milenio cal BC, a finales del Neolítico, aunque no en todas las secuencias, ya que en Enol hasta el Calcolítico no se identifican, mientras que en las tres últimas secuencias comentadas la antropización se daría ya en el Holoceno final, no en el medio. Es notorio recalcar que a cuanta mayor altitud está situada una secuencia más tardías son sus evidencias de antropización del paisaje.

Fuera de Asturias, en las estribaciones más occidentales de la Cordillera Cantábrica, en la secuencia **Pozo do Carballal** (Muñoz Sobrino *et al.*, 1997) se observa una muy temprana influencia antrópica para estar situada en zona montañosa. La curva continua de *Cerealia* data desde 5320 ± 60 BP (6274-5942 cal BP; finales del V milenio cal BC), a mediados del Neolítico, mientras que las actividades pastoriles no pueden datarse hasta más tarde, probablemente ya durante el III milenio cal BC, en pleno Calcolítico. En cambio, en **Suárbol**, los autores adscriben la curva continua de cereal en el Holoceno final. En la Sierra del Courel, en la secuencia **Laguna Lucenza**, Muñoz Sobrino *et al.* (2001) encuentran una curva continua de polen de cereal desde 4320 ± 60 BP (4908-4657 cal BP; principios del III milenio cal BC), en cronología calcolítica; aunque indicadores de actividades pastoriles (como *Plantago*, Caryophyllaceae) y evidencias de matorralización se detectan desde antes, *ca.* 5900 cal BP, durante los inicios del IV milenio cal BC, a mediados del Neolítico. Lo paradójico es que esta misma secuencia, estudiada por Santos *et al.* (2000), no identifica ni cereal ni evidencias antrópicas hasta el Holoceno final. La altitud de ambas secuencias es muy parecida (1375 m de la primera frente a 1420 m de la segunda), aunque parecen no ser exactamente la misma. Quizás, los 45 m de diferencia sean los causantes de que en una de ellas no se encontrara polen de cereal ni evidencias antrópicas hasta el Holoceno final.

En la zona más oriental de la Cordillera cantábrica, en los **Puertos de Riofrío** (Menéndez Amor & Florschütz, 1963) no se detectan actividades antrópicas, relacionadas con pastoreo, hasta el III

milenio cal BC, gracias a la identificación de *Plantago*, en cronología calcolítica. En cambio, en las turberas del **Cueto de la Avellanosa** (Mariscal, 1983) y **Los Tornos** (Peñalba, 1994) se detecta el impacto humano antes, desde mediados del Neolítico, durante la primera mitad del IV milenio cal BC. Estas actividades son leves, evidenciándose con el inicio de procesos deforestadores, ya que aumentan los porcentajes de las ericáceas y disminuyen los arbóreos (sobre todo los de *Pinus*) a la par de la aparición de diversos indicadores de pastoralismo como los ya comentados. En la secuencia de Los Tornos además se detecta polen de cereal, pero ya durante el Holoceno final. Esta diacronía en la zona oriental puede explicarse sencillamente por la distinta altitud a la que están localizados los registros. Los Puertos de Riofrío se sitúan a una elevación mayor (1750 m) que Cueto de la Avellanosa (1320 m) y Los Tornos (920 m), y se traduce en un milenio de desfase entre ellas en cuanto a la detección de indicadores antrópicos.

En la vertiente meridional de la cordillera, en general, las evidencias de antropización son posteriores a las de la vertiente septentrional. Esto puede ser debido a la mayor altitud de los registros del sur. La secuencia de **Laguillín** (García-Rovés, 2007), a 1850 m, no muestra evidencias de impacto humano hasta 3800 ± 90 BP (4424-3926 cal BP), ya al final del III milenio cal BC en la transición entre el Calcolítico y la Edad del Bronce. **San Isidro** (Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004), a 1650 m, todavía posee una antropización más tardía, *ca.* 3700 cal BP (primera mitad del II milenio cal BC), en plena Edad del Bronce. Los indicadores polínicos de antropización que se detectan están relacionados con actividades pastoriles, tales

como grandes aumentos de *Plantago*, *Rumex* y Asteraceae. Estas actividades debieron además de ser muy intensas, ya que se detecta una fuerte antropización desde la Edad del Bronce traducida en una importante deforestación, hecho que se comentará ya para el Holoceno final. En cambio, en la **Laguna de La Mata** (Belet, 1993) y en **Polvoredó** (García-Rovés, 2007), ambas a 1500 m de altitud, los indicadores antrópicos comienzan con anterioridad. En Polvoredó están datados los inicios de matorralización (aumento de los porcentajes de *Calluna* y *Erica*), deforestación e indicadores de pastoralismo (*Plantago*, Asteraceae y Caryophyllaceae) desde 4740 ± 40 BP (5586-5326 cal BP; primera mitad del IV milenio cal BC), a finales del Neolítico. Mientras que en la Laguna de La Mata, que no posee dataciones radiocarbónicas, estos indicios podrían adscribirse más o menos a la misma cronología.

En la zona de Sanabria, la ocurrencia de actividades antrópicas no es sincrónica en todos los registros. En **Lleguna** y **Laguna de las Sanguijuelas** (Muñoz Sobrino *et al.*, 2004), a 1050 m y 1080 m, estas evidencias se constatan desde *ca.* 4500 cal BP (III milenio cal BC), en cronología calcolítica. Las evidencias consisten, de nuevo, en indicadores de actividades pastoriles, tal y como muestran los porcentajes de Asteraceae y *Plantago*; aunque también en cultivos de manera regional, ya que aparece polen de cereal intermitentemente también desde esta fecha. En cambio, en situaciones más elevadas como la de **La Roya** (Allen *et al.*, 1996), a 1608 m, se observa una antropización más tardía cercana a 4000 cal BP (finales del III milenio cal BC). Estos indicadores antrópicos se refieren a actividades pastoriles y matorralización del paisaje

mayoritariamente, aunque también se detecta presencia de cereal.

La ubicación a altitudes muy elevadas de las secuencias polínicas del Sistema Ibérico septentrional debe ser la causante de que no se registren actividades productivas durante el Holoceno medio, apareciendo sólo durante el Holoceno final y de manera muy esporádica.

Registros en valles y montañas interiores

En la turbera del **Alto de la Espina**, en una región mucho más favorable a una temprana antropización que la montaña, las primeras evidencias de impacto humano a inicios del Neolítico (6345 ± 50 BP, *ca.* 7281 cal BP), desde la segunda mitad del VI milenio cal BC (Fig. 6.23). Estas primeras evidencias polínicas de antropización están relacionadas con actividades ganaderas, detectándose tanto *Plantago lanceolata* tipo y *Plantago major/media* tipo, como hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*) que indicarían el desarrollo de estas actividades pastoriles localmente. Además, con el inicio de las actividades productivas se constata un pico de diversidad polínica. Aunque no es hasta fechas anteriores a 4610 ± 40 BP (*ca.* 5400 cal BP), más de un milenio después según el modelo de edad-profundidad elaborado para la secuencia (*ca.* 6000 cal BP; finales del V milenio cal BC), en el Neolítico medio, cuando se detectan las primeras evidencias de agricultura cerealística, aunque de carácter regional y esporádica. Durante el Calcolítico estas actividades también se identifican, incrementándose la presión ganadera e iniciándose la matorralización de la zona. En esta transición entre el Neolítico y el Calcolítico se detecta un nuevo incremento de la diversidad polínica que junto con el

anterior hablaría de la introducción de nuevos elementos en el paisaje fruto de las transformaciones humanas del mismo y de la presión pastoral. Pero no es hasta la transición entre las Edades del Bronce y del Hierro cuando los cultivos son de carácter permanente, que no esporádico, en el entorno de la turbera.

La documentación temprana de actividades productivas en el Alto de la Espina es muy interesante, y podría estar en relación con un conjunto megalítico en sus cercanías, el de Chamas de Penausén (Blas Cortina, 1983), que confirmaría la presencia de seres humanos en la zona desde época prehistórica. De esta manera, como se ha comentado, el estudio de turberas puede dar muchas claves para elaborar modelos sobre el origen y difusión de las actividades ganaderas y agrícolas, en ausencia de registros arqueobotánicos detallados.

Ya se ha comentado que en Asturias no hay más registros con cronología de Holoceno medio para los valles y montañas interiores. Este hecho dificulta la comparación de los resultados tan interesantes obtenidos en el Alto de la Espina. Afortunadamente, esta secuencia puede compararse con varias secuencias de las Sierras Septentrionales gallegas (Sierra del Xistral). El tremaal del **Río das Furnas-II** (Ramil-Rego *et al.*, 1996) ha demostrado ser una secuencia muy susceptible de reflejar cambios, como ocurre con el descrito 8200 cal BP. Desafortunadamente para el Neolítico la secuencia es estéril, y para cuando vuelve a haber polen (si suponemos una sedimentación constante) ya estaríamos a unos 4000 cal BP, a inicios de la Edad del Bronce. En esta cronología se detectan desde el principio actividades agrícolas y ganaderas. En **Pena Vella**

(Ramil-Rego, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 1998a) ya se vio que el evento 8200 cal BP produjo un hiato sedimentario y que hasta 5080 ± 80 BP (5960-5645 cal BP) no se volvió a depositar turba. Aun teniendo datos, por lo tanto, desde *ca.* 5800 cal BP, no se detectan síntomas de cultivo de cereal hasta época muy reciente, durante la Edad Media. En cambio sí que se detectan actividades antrópicas desde mediados del Neolítico, siendo más intensas durante el Calcolítico. Éstas estarían relacionadas con el trasiego de ganado, la apertura del medio mediante el uso del fuego y el comienzo de la matorralización del paisaje. Otras dos turberas, **Pena da Candela** y **Barralleiras da Cal Grande** (Mighall *et al.*, 2006), muestran agricultura desde la primera mitad del IV milenio cal BC, a finales del Neolítico.

Afortunadamente otras secuencias de las Sierras Septentrionales ofrecen datos más interesantes. La secuencia **Chan do Lamoso** (Ramil-Rego *et al.*, 1998a) posee la documentación de polen de cereal más antigua de la zona atlántica más occidental. Esta primera evidencia está datada en un momento inmediatamente anterior a 5475 ± 40 BP (6393-6190 cal BP), durante el final del V milenio cal BC, a mediados del Neolítico. La curva de *Cerealia* es esporádica, no haciéndose continua hasta la Edad del Hierro. Esta fecha de la aparición de cereal, junto con su carácter esporádico hasta su consolidación en época protohistórica, sigue exactamente la misma dinámica detectada para la turbera del Alto de la Espina. En cambio, en la secuencia gallega las actividades pastoriles serían contemporáneas a las agrícolas, y no anteriores como en la asturiana. Existe otra secuencia en esta misma sierra, **Pena Veira** (Ramil-Rego & Aira Rodríguez, 1993a), que

también recoge actividades agrícolas tempranas, ya que posee polen de cereal desde momentos inmediatamente posteriores a 5490 ± 90 BP (6465-6005 cal BP), o sea a finales del V milenio cal BC. Los datos, por lo tanto, del Alto de la Espina, Chan do Lamoso y Pena Veira sitúan los inicios de la agricultura en situaciones interiores a mediados del Neolítico.

Por último, también en las Sierras Septentrionales pero fuera del Xistral, el tremol de **Server** (Ramil-Rego & Aira Rodríguez, 1993b) muestra actividades agrícolas desde 5090 ± 90 BP (6091-5606 cal BP), en los inicios del IV milenio cal BC. Aunque es ligeramente más tardía que las anteriores su inicio debió de ser anterior, ya que la secuencia comienza en esa datación ya con la curva de cereal desde sus inicios. Aun así, su ubicación cultural es también durante el Neolítico medio.

Registros litorales y prelitorales

De la turbera litoral de **Las Dueñas** (López Merino *et al.*, 2006) no pueden extraerse datos para conocer el inicio de las actividades productivas en las zonas costeras. Esto es debido a los problemas anteriormente comentados. En cambio, en el registro prelitoral de **Monte Areo** sí. Las primeras manifestaciones antrópicas en Monte Areo están datadas en 6410 ± 55 BP (ca. 7345 cal BP), en la segunda mitad del VI milenio cal BC (Fig. 6.12). Esta cronología es sincrónica a las primeras evidencias antrópicas en el Alto de la Espina. Estas manifestaciones de impacto humano corresponden a una disminución brusca de los porcentajes arbóreos del 90 al 50%, donde el roble y el abedul son los taxa en los que mejor se observa este hecho. A la vez, como puede observarse en el capítulo

de resultados, aparece un elenco de taxa relacionados con actividades antrópicas, un aumento de *Erica* tipo y un incremento de la diversidad polínica. Estas evidencias, tanto aquí como en el Alto de la Espina, se interpretarían como el paso por estas zonas de los primeros pastores neolíticos con su ganado, y son, hasta ahora, las evidencias de antropización del paisaje más antiguas en la provincia de Asturias.

Más conspicua es la aparición de polen de cereal, en curva continua desde su primera aparición, en fechas realmente tempranas a lo que se había documentado en Asturias con anterioridad. Esta aparición es inmediatamente anterior a la datación 5815 ± 50 BP (6736-6495 cal BP), y se ubica dentro de la primera mitad del V milenio cal BC, en los inicios del Neolítico, siendo la evidencia de agricultura más antigua existente en territorio asturiano. Además de polen de cereal, también aparecen plantas antrópicas relacionadas con la ruderalización del entorno y procesos deforestadores del bosque de roble. Además, se detectan indicadores de procesos erosivos tales como *Glomus cf. fasciculatum* y *Pseudoschizaea circula* (van Geel *et al.*, 1989; Pantaleón-Cano *et al.*, 1996), probablemente asociados con la instalación de los cultivos, y un nuevo incremento en la diversidad polínica. Al igual que ocurre en el Alto de la Espina, el hecho de que exista un conjunto megalítico en sus alrededores, el de Monte Areo (Blas Cortina *et al.*, 1999), apoya la existencia de comunidades desde época prehistórica.

La aparición de la agricultura en Monte Areo no es un fenómeno puntual, sino continuo, ya que se observa desde el Neolítico hasta épocas subrecientes. Esto demuestra lo importante que debió de ser la actividad agrícola en esta zona, que siempre

es superior a la de las actividades ganaderas. En cambio, en el Alto de la Espina la estrategia económica parece haber sido la contraria, siendo el pastoreo la constante en vez de la agricultura. En la actualidad, las zonas litorales e interiores del piso colino de la Cornisa Cantábrica muestran una intensa transformación del paisaje y una vegetación de carácter antrópico, ya que han sido las que más se han ocupado y usado gracias a sus características climáticas y edáficas, que han permitido un buen desarrollo de la agricultura y la ganadería (Díaz González & Fernández Prieto, 1994; Costa Tenorio *et al.*, 2001).

Estas evidencias antiguas de agricultura en zonas cercanas al mar como la de Monte Areo, también se han documentado en Cantabria y el País Vasco (Tabla 7.1). En Cantabria, en el yacimiento arqueológico de **El Mirón** (Peña-Chocarro *et al.*, 2005b) se han documentado carpológicamente semillas de trigo (*Triticum diccicum*) que han sido datadas en 5550 ± 40 BP (6406-6287 cal BC), durante la segunda mitad del V milenio cal BC, aunque otras dataciones sobre carbón de este yacimiento lo sitúan en la primera mitad del mismo milenio. En el País Vasco existen tres yacimientos arqueológicos en los que se ha encontrado cebada. En **Lumentxa** (Zapata, 2002) se han datado carbones con una fecha de 5180 ± 70 BP (6178-5747 cal BP); en **Kobaederra** (Zapata, 2002) se ha datado directamente la semilla obteniéndose una fecha de 5375 ± 90 BP (6308-5935 cal BP); mientras que en **Pico Ramos** (Zapata *et al.*, 2004) se ha obtenido una fecha de 5370 ± 40 BP (6280-6004 cal BP) también directamente sobre el grano de cebada. Estas tres evidencias se encuadran en la segunda mitad del V milenio cal BC, aunque en Kobaederra se conoce también una datación sobre carbón de la primera mitad de dicho

milenio. En otro yacimiento, **Herriko Barra** (Iriarte *et al.*, 2005), se ha detectado polen de cereal en cronología anterior, aunque las dataciones no se han efectuado directamente sobre los sedimentos en los que se identificó el polen, sino sobre huesos. Esta nueva evidencia dataría una agricultura aún más temprana entre la segunda mitad del VI milenio y la primera mitad del V milenio cal BC, aunque estos datos son discutibles por las propias características tafonómicas del registro: Herriko Barra es un yacimiento sobre el cual aún se duda de su naturaleza mesolítica o neolítica, pues la única evidencia de neolitización es precisamente el polen de cereal documentado, no existiendo ni restos cerámicos ni de fauna doméstica.

Si comparamos estos datos con los obtenidos en las secuencias gallegas de las Sierras Septentrionales (Tabla 7.1) se observa como en todas ellas las evidencias de agricultura se sitúan en el V milenio cal BC. En Monte Areo, El Mirón y, posiblemente, Kobaederra se situarían en la primera mitad del V milenio cal BC, mientras que en el resto en la segunda mitad del mismo milenio. Los escasos datos que todavía se poseen sobre los inicios de la agricultura en la fachada norte peninsular hacen que a día de hoy no pueda establecerse un modelo claro, pero apuntan a que debió de haberse producido una difusión muy rápida, ya que se produce una cierta sincronía entre ellas (Zapata *et al.*, 2004).

Aunque el registro turboso de los **Megalitos de Monte Areo** (Gómez-Orellana *et al.*, 2000) esté muy cercano a la turbera presentada en este trabajo, no se documenta polen de cereal en época Neolítica. Este hecho no debe de sorprender, ya que era un sitio utilizado con fines religiosos, que no agrícolas.

7. Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno

Región	Depósito	Contexto	Tipo de evidencia	Ref. laboratorio	Datación ¹⁴ C BP	cal BP (2σ)	cal BC (2σ)	Material datado	Referencia
País Vasco	Lumentxa	Arqueológico	semilla	Ua-12662	5180 ± 70	6178 - 5747	4229-3798	Carbón	Zapata, 2002
	Kobaederra	Arqueológico	semilla	UBAR-470	5630 ± 100	6658 - 6219	4709-4270	Carbón	Zapata, 2002
				AA-29110	5375 ± 90	6308 - 5938	4359-3989	Cereal	
	Pico Ramos	Arqueológico	semilla	Beta 181689	5370 ± 40	6280 - 6004	4331-4055	Cereal	Zapata <i>et al.</i> , 2004
Herriko Barra	Arqueológico	polen	Ua-4820	6010 ± 90	7156 - 6661	5207-4712	Hueso	Iriarte <i>et al.</i> , 2005	
			Ua-4821	5960 ± 95	7153 - 6539	5204-4590	Hueso		
Cantabria	El Mirón	Arqueológico	semilla	GX-25854	5500 ± 90	6484 - 6016	4535-4067	Carbón	Peña-Chocarro <i>et al.</i> , 2005b
				GX-25856	5790 ± 90	6821 - 6357	4872-4408	Carbón	
				GX-30910	5550 ± 40	6406 - 6287	4457-4338	Cereal	
Asturias	Monte Areo	Turbera	polen	Ua-34504	>5815 ± 50	6736 - 6495	4787-4546	Turba	Este estudio
Galicia*	Pena Veira	Turbera	polen	UGRA-330	<5490 ± 90	6465 - 6005	4516 - 4056	Turba	Ramil Rego & Aira Rodríguez, 1993a
	Chan do Lamoso	Turbera	polen	GrN-19143	>5475 ± 40	6393 - 6190	4444 - 4241	Turba	Ramil Rego, 1993
	Server	Turbera	polen	GrN-19125	5090 ± 90	6091 - 5606	4142-3657	Turba	Ramil Rego & Aira Rodríguez, 1993b

*En Galicia hay numerosos estudios polínicos, aquí sólo se presentan los que poseen las evidencias más antiguas de agricultura.

Tabla 7.1: Dataciones radiocarbónicas de los estudios que han proporcionado las fechas más antiguas de agricultura en la fachada norte peninsular.

En la secuencia costera de **Villaviciosa** (García Antón *et al.*, 2006) tampoco se documenta polen de cereal durante épocas antiguas, ya que comienza su curva en la Edad del Hierro, ya en el Holoceno final.

* * * * *

En general, se detectan las actividades antrópicas antes en las zonas costeras e interiores que en las montañosas. Además en las zonas montañosas el pastoralismo tuvo muchísima más importancia que las actividades agrícolas, mientras que en las costeras fue al revés. En las zonas montañosas las primeras evidencias antrópicas, relacionadas principalmente con el pastoreo, se detectan desde mediados del Neolítico, finales del V-principios del IV milenio cal BC, en algunas secuencias como Pozo do Carballedo y Laguna Lucenza al oeste, y Cueto de la Avellanosa y Los Tornos al este; pero no es hasta el Calcolítico cuando se generalizan, e incluso en las secuencias a altitudes más elevadas son posteriores (López Sáez *et al.*, 2006b). En cambio, en las secuencias del Alto de la Espina y Monte Areo se detectan actividades pastoriles desde la segunda mitad del VI milenio cal BC, mientras que

los inicios de la agricultura son posteriores: en Monte Areo corresponden a la primera mitad del V milenio cal BC, a comienzos del Neolítico, mientras que para el Alto de la Espina, para finales del mismo milenio, a mediados del Neolítico.

7.4. El Holoceno final y la configuración del paisaje actual (4600 cal BP-actualidad)

Los últimos cinco milenios del Holoceno, en el noroeste de la Península Ibérica, se caracterizan por el fuerte impacto que las actividades humanas han provocado en la vegetación (Muñoz Sobrino *et al.*, 1996). Así, durante el Holoceno medio, los seres humanos comenzaron a tener actividades agrícolas y ganaderas, aunque no es hasta el Holoceno final, desde las edades del Bronce y del Hierro, cuando el impacto antrópico se hace más intenso y comienzan a producirse modificaciones en la cubierta vegetal que configurarán los paisajes hasta la actualidad (Ramil-Rego *et al.*, 1996).

Las reconstrucciones climáticas de estos últimos milenios, por lo tanto, son extremadamente difíciles debido a la interacción entre los cambios climáticos y las actividades humanas. A grandes rasgos,

se ha detectado una tendencia general de descenso de las temperaturas en registros europeos del Atlántico Norte hace 5000 mil años (Davis *et al.*, 2003). A esta tendencia se le ha llamado Neoglaciación debido al avance que experimentaron numerosos glaciares (Matthews, 2007), y se ha descrito como un cambio a escala global (Magny *et al.*, 2006). En el noroeste ibérico se ha detectado en algunas secuencias gallegas este evento mediante estudios geoquímicos en turberas (Martínez Cortizas *et al.*, 1999). Las temperaturas reconstruidas muestran un descenso de entre 2 y 2.5°C hacia *ca.* 4500 cal BP (Martínez Cortizas *et al.*, 1999). Aun así, en los registros polínicos no suelen observarse cambios muy marcados que permitan reconocer este evento (Burroughs, 2005). Durante el Holoceno final además se han descrito variaciones en la humedad, detectándose también en yacimientos gallegos como la tendencia más seca del Holoceno medio se invierte, siendo más húmedo el periodo entre *ca.* 4700-4200 cal BP (Fábregas Valcarce *et al.*, 2003). Tras este aumento de la humedad se ha descrito una nueva fluctuación, un nuevo descenso de la misma a partir de 4200-4100 cal BP (Fábregas Valcarce *et al.*, 2003). Esta época más seca estaría relacionada con lo que se ha descrito en otras secuencias europeas, y se le ha llamado evento 4100 cal BP (Magny, 1993, 2004), que coincide en nuestro territorio del norte peninsular con la transición Calcolítico/Bronce. Mientras que hace 2800 años se ha detectado otro evento más que supuso un trasvase a condiciones más húmedas (van Geel *et al.*, 1996; van Geel & Berglund, 2000), coincidente en este caso con la transición entre la Edad del Bronce y la Edad del Hierro. Como puede verse, los cambios durante el Holoceno final son evidentes y complejos, siendo muy difícil diferenciar en los diagramas polínicos

los ocurridos desde los últimos 2000 años. El incremento muy notable de la antropización desde Época Romana interfiere notablemente en la interpretación de los datos polínicos desde una perspectiva climática, ya que la sincronía entre cambios ambientales y antrópicos hace muy difícil su separación (Carrión *et al.*, 2001). Adicionalmente, en los depósitos de origen natural, estos últimos 2000 mil años suelen estar representados en unos pocos centímetros, por lo que su resolución suele ser bastante escasa y no es posible conseguir los datos interesantísimos que podrían detallarnos los cambios ambientales y culturales de nuestro pasado más reciente.

Registros montañosos

En la secuencia polínica del **Lago Enol**, como se ha comentado, las actividades antrópicas comenzaron justo a finales del Holoceno medio, *ca.* 4650 cal BP (primera mitad del III milenio cal BC), durante el Calcolítico (Fig. 6.36). Pero no es hasta finales de la Edad del Bronce, hace unos 2800 años, cuando se observa un mayor impacto antrópico. Éste estaría relacionado con actividades pastoriles, que abrirían el medio boscoso y provocarían procesos deforestadores y de matorralización de los bosques. Y es desde *ca.* 4650 cal BP cuando en el registro de Enol se observan cambios en la composición de las masas forestales, coincidente con un incremento de la diversidad polínica. El comienzo de la apertura del bosque, ligado a procesos pastoriles, desencadenó el inicio del declive de taxa que habían estado muy bien representados durante el Holoceno medio como *Quercus caducifolia* y *Corylus*; al igual que las escasas poblaciones de pinar que existían, que terminaron extinguiéndose *ca.* 2300 cal BP, en concordancia con los

datos sobre macrorrestos aportados recientemente por Rubiales *et al.* (2008).

Mientras que estos tres taxa sufrieron las consecuencias del impacto antrópico, otros tres se han visto favorecidos por el mismo: haya, castaño y nogal. De los tres ya no se tiene duda acerca de su origen autóctono en la Península Ibérica (Carrión & Sánchez-Gómez, 1992; Ramil-Rego *et al.*, 2000; Krebs *et al.*, 2004; López-Merino *et al.*, 2008), pero el uso selectivo de las distintas especies forestales favoreció la potenciación del castaño y del nogal desde momentos anteriores a la romanización, aunque fue desde la Época Romana y la Edad Media cuando empezaron a cultivarse (Conedera *et al.*, 2004). En el diagrama de Enol puede observarse la proliferación de *Fagus* desde ca. 3500 cal BP, acentuándose a partir de 2700 cal BP. El haya es bastante dependiente de las perturbaciones para establecerse con éxito (Watt, 1923; Iversen, 1973), por lo que un paisaje abierto, debido a actividades pastoriles, pudo haber posibilitado el comienzo de su estabilización gracias a la creación de unas condiciones óptimas para su regeneración (Björkman, 1999). Este hecho habría posibilitado que el haya pasara de formar bosques mixtos, junto a otros caducifolios, a protagonizar formaciones boscosas como los hayedos. Este panorama ha sido también descrito para otras zonas europeas como los Pirineos (Jalut *et al.*, 1984; Galop & Jalut, 1994), o incluso dentro de la Península Ibérica (Ramil-Rego *et al.*, 2000; López-Merino *et al.*, 2008).

En el estudio polínico de Enol, además de confirmarse la antropización de las zonas montañosas desde el Holoceno final, pueden inferirse algunas características climáticas. Y es que pueden diferenciarse las

fases de humedad anteriormente comentadas que se han detectado geoquímicamente en turberas gallegas (Fig. 6.36). Pero no se posee información de buena parte de los últimos 2 mil años debido al tipo de muestreo efectuado. En el sondeo corto del Lago Enol sólo se han recogido los últimos trescientos años, que muestran un paisaje ya enormemente antropizado, perdiéndose la información necesaria para conocer en esta secuencia cómo se llegó a la apertura del paisaje observada al comienzo del diagrama polínico del sondeo corto (Fig. 6.37). Aun así se puede extraer información interesante sobre los últimos trescientos años, ya que se puede identificar el final de la Pequeña Edad del Hielo (PEH), un evento que supuso un enfriamiento del clima a escala planetaria (Bradley & Jones, 1993). Este evento provocaría la apertura forestal en la montaña, pero además este hecho también debió de acentuarse debido a la alta presión ganadera y agrícola en las cercanías del lago. Todo ello se confirma por la aparición de hongos coprófilos como indicadores de la existencia de cabañas ganaderas de manera local, y por la aparición de polen de centeno, cereal muy resistente y apto para su cultivo en la montaña cantábrica. Tras la PEH se asiste a una recuperación arbórea que, además, ha sido potenciada por el comienzo de las figuras de protección en la zona desde comienzos del siglo XX.

Del estudio polínico de la cercana depresión de **Comeya** (Ruiz Zapata *et al.*, 2001a; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Fig. 4.12) y de los registros de **Corteguero** (Ruiz Zapata *et al.*, 2001b; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003) y **Puerto de Tarna** (Ruiz Zapata *et al.*, 2000; Jiménez Sánchez *et al.*, 2003; Fig. 4.13) se infieren datos similares a los de Enol, no pudiendo conocer la ubicación temporal exacta de los distintos cambios

acontecidos durante el Holoceno final debido a la falta de dataciones en su último tramo. Lo que se observa es el incremento de la huella antrópica durante el último tercio del Holoceno debido, sobre todo, al impacto de las actividades ganaderas. La apertura de los bosques para la creación de pastos, y la consiguiente matorralización del paisaje, son los aspectos más reseñables. Estos aspectos antrópicos también se detectan en el resto de las secuencias del norte de la Cordillera Cantábrica: **Lago de Ajo** (Allen *et al.*, 1996; Fig. 4.14) y **Puerto de Leitariegos** (García-Rovés *et al.*, 2001; García-Rovés, 2007), en donde la deforestación de los bosques, principalmente del robledal, es notoria. Como en Enol, esta deforestación es sincrónica a la aparición de indicadores de actividades ganaderas. La apertura de los paisajes para el uso de los mismos por parte del ser humano desencadenó su deforestación, incluso en secuencias de alta montaña como son Lago de Ajo y Puerto de Leitariegos. De nuevo, estas transformaciones del medio están relacionadas con la mayor presencia en los diagramas de polen de castaño, nogal y haya a lo largo del Holoceno final. En Lago de Ajo la expansión de *Fagus* comenzó hace unos 3200 cal BP (finales del II milenio cal BC), acentuándose *ca.* 2500 cal BP (mediados del I milenio cal BP), en fechas cercanas a las de Enol; mientras que en la secuencia de Leitariegos no se puede precisar la cronología de la expansión arbórea de ninguno de estos tres taxa, ya que no hay dataciones para el tramo final de la secuencia.

Para esta misma zona septentrional de la cordillera se posee el estudio polínico del megalito **Mata 1 Casare** (Dupré Ollivier, 1985, 1986, 1988). Las tres muestras estudiadas dan una imagen

fotográfica del paisaje en la zona entre el Calcolítico y el Bronce Antiguo (III milenio cal BC). El medio se muestra relativamente arbolado, siendo robles, avellanos, abedules y pinos los taxa mayoritarios. Pero en estas tres muestras se observa una tendencia general hacia un descenso de los porcentajes de polen arbóreo y al aumento del arbustivo y herbáceo. Probablemente este hecho esté relacionado con el impacto antrópico continuado en la zona.

En la zona más occidental de la Cordillera Cantábrica se detectan similares patrones en el cambio paisajístico durante los últimos milenios. En la secuencias de la Sierra de Ancares **Pozo do Carballal**, **Suárbol**, **Brañas de Lamela**, **A Golada**, **Porto Ancares**, **A Cespedosa I** y **A Cespedosa II** (Muñoz Sobrino *et al.* 1997) se observan los valores mínimos de polen arbóreo de todo el Holoceno, que coinciden de nuevo con la proliferación de especies favorecidas por el ser humano como *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*, y con el cultivo de cereal. El brezal ocuparía amplias partes en la montaña, al igual que formaciones antropozoógenas favorecidas por el pastoreo. En la vecina Sierra del Courel los mismos hechos pueden confirmarse en la **Laguna Lucenza** (Santos *et al.*, 2000; Muñoz Sobrino *et al.*, 2001). En esta parte occidental es de destacar que la proliferación de *Fagus* no es una expansión, sino que son presencias puntuales que se acentúan al final del diagrama. A día de hoy esta zona es su límite occidental de distribución.

En el sector oriental de la Cordillera Cantábrica y en las Montañas Vascas el impacto antrópico también se nota en los diagramas polínicos mediante los mismos síntomas que en las partes central y occidental. Aunque el impacto humano se

detecta desde finales del Holoceno medio, es a partir de *ca.* 3500-3000 cal BP cuando éste se acentúa en las turberas del **Cueto de la Avellanosa** (Mariscal, 1983), **Puertos de Riofrío** (Menéndez Amor & Florschütz, 1963), **Los Tornos** (Peñalba, 1994; Muñoz Sobrino *et al.*, 2005), **Saldropo** (García Antón *et al.*, 1989; Peñalba, 1994), **Atxuri** y **Belate** (Peñalba, 1994). La aparición de indicadores de pastoralismo y la matorralización de los bosques gracias a la expansión del brezal, junto con el descenso de la cobertura arbórea, vuelven a ser las características fundamentales que se encuentran durante el Holoceno final. La expansión del haya, desde hace 3500-3000 años, también está en concordancia con las actividades antrópicas, al igual que la proliferación de *Juglans* y *Castanea*. Una característica a destacar es que si en las zonas central y occidental de las montañas cantábricas la formación boscosa que más sufre la deforestación antrópica de finales del Holoceno es el robledal, en la parte oriental no es generalmente así. El bosque dominante en las zonas montañosas del oriente cantábrico (Puertos de Riofrío y Cueto de la Avellanosa) era el pinar, que fue la formación que resultó deforestada con la intensificación de la antropización. En cambio, las turberas emplazadas en los Montes Vascos, bajo una influencia más atlántica y a bastante menor altitud que las anteriores, poseían bosques mixtos que lógicamente fueron los afectados por el impacto humano, particularizado en actividades ganaderas.

En la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, donde la vegetación dominante hasta el Holoceno medio era el pinar, la tendencia general es también hacia la reducción de la cobertura arbórea, sobre todo de este bosque. En la **Laguna de La**

Mata (Belet, 1993) es muy difícil adscribir cronológicamente el comienzo de la deforestación debido a que este registro no posee dataciones radiocarbónicas. En cambio, otras secuencias dan mayor información cronológica. En **Laguillín** (García-Rovés, 2007) el declive de los pinares comenzó hace *ca.* 4200 cal BP (finales del III milenio cal BC), desde los inicios de la Edad del Bronce. El fuerte impacto antrópico sobre esta zona montañosa provocó la apertura de los paisajes antes densamente cubiertos. El polen de pino pasa de tener porcentajes cercanos al 80% a estar por debajo del 25%. Esto viene acompañado del comienzo de la expansión de formaciones herbáceas de vocación ganadera, y del brezal. Esta deforestación se acentúa desde hace unos 2300-2000 años, cuando las formaciones pinariegas desaparecen por completo (Rubiales *et al.*, 2008) y la extensión de los brezales se hace máxima. Ya en época muy reciente vuelve a aparecer *Pinus*, aunque esta vez ya es procedente de repoblaciones forestales. En el registro de **Polvaredo** (García-Rovés, 2007), a menor altitud que el anterior, el comienzo de los procesos deforestadores de origen antrópico comenzó *ca.* 5500 cal BP (primera mitad del IV milenio cal BC; a finales del Neolítico), aunque se acentúa posteriormente hace unos 3000 años, coincidiendo con una mayor proliferación de *Fagus*. En la secuencia de **San Isidro** (Fombella Blanco *et al.*, 2001, 2003, 2004) el impacto humano asociado a la apertura del paisaje para la creación de pastos de uso ganadero parece detectarse hace unos 3500 años si consideramos una tasa de sedimentación constante, y es que ésta es la mayor limitación encontrada para poder ubicar los acontecimientos recientes en los diagramas polínicos, ya que se suelen datar las partes inicial y media de las

secuencias, quedando la parte final sin contextualizar.

Tanto en el entorno del Lago de Sanabria como en la zona del Sistema Ibérico Septentrional la dinámica de la vegetación presenta características similares a las comentadas anteriormente para las demás secuencias: deforestación de los bosques, matorralización, indicadores de actividades pastorales. En este caso es desde el III milenio cal BC cuando se observa el comienzo de la configuración de los paisajes más o menos abiertos que vemos en la actualidad.

Registros en valles y montañas interiores

La secuencia polínica junto con los estudios geoquímicos de la turbera del **Alto de la Espina** ofrecen una muy buena información sobre las dinámicas de la vegetación y de la antropización de la zona interior asturiana durante el Holoceno final, ya que se poseen unos 155 cm de registro para cubrir los últimos 5000 años y se ha hecho un gran esfuerzo para estudiarlos a alta resolución (cada 1-2 cm) y para datarlos cronológicamente. Durante el Calcolítico (*ca.* 5000-4200 cal BP; 3000-2000 cal BC) y la Edad del Bronce (*ca.* 4200-2700 cal BP; 2200-700 cal BC) el impacto humano sobre el paisaje continuó con la dinámica establecida durante el Neolítico, siendo las actividades ganaderas más importantes que las agrícolas. Con el paso del Neolítico al Calcolítico se detecta una subida de la diversidad polínica (Fig. 6.23), que podría estar relacionada tanto con la mayor presión pastoral como con la Neoglaciación (Blanco Chao *et al.*, 2002; Magni & Haas, 2004), o incluso con ambas. Aunque no es hasta la transición entre el Calcolítico y la Edad del Bronce cuando las actividades antrópicas

dejan una huella clara en la cobertura arbórea. Es en estas fechas cuando comienza a detectarse la bajada de los porcentajes arbóreos y, sobre todo, la matorralización del paisaje debido al creciente uso pastoral de la zona. De nuevo se detecta una subida en la diversidad polínica (Fig. 6.23) que daría cuenta de esta mayor antropización, aunque también podría estar relacionada con el evento 4100 cal BP, de características áridas (Magni, 1993, 2004). El solapamiento entre impactos antrópicos y climáticos, como se ha comentado, hace difícil conocer las causas exactas de los cambios en la vegetación. En otros registros interiores asturianos, como las construcciones tumulares **Piedrafita IV y V** de la Edad del Bronce (Dupré Ollivier, 1985, 1986, 1988), se muestra también un paisaje relativamente deforestado y antropizado, caracterizado por una alta matorralización e indicadores herbáceos de espacios abiertos.

En el paso entre la Edad del Bronce y la Edad del Hierro (2760-2040 cal BP) en el Alto de la Espina se constata una fuerte perturbación en las características geoquímicas de la turbera, que recibe una elevada carga de materia mineral (Fig. 6.24). Este cambio, de nuevo, podría estar haciendo referencia tanto a una mayor impacto antrópico en la zona como a la mayor pluviosidad del evento 2800 cal BP (van Geel *et al.*, 1996; van Geel & Berglund, 2000). Aunque una combinación de ambas parece ser la respuesta más adecuada, ya que los datos polínicos muestran una mayor antropización, que se manifiesta en un nuevo máximo de diversidad polínica (Fig. 6.23). Y es que es a partir de entonces cuando la curva de cereal se hace constante, indicando el cultivo en las inmediaciones de la turbera, aumentan los porcentajes de los indicadores de actividades pastorales, y las presencias de

Fagus y *Castanea* son mayores. Además, el factor de enriquecimiento en plomo presenta valores más altos en estas fechas, revelando actividades metalúrgicas en la zona (Fig. 6.24), datos acordes con los hallazgos metálicos del Bronce Final en el territorio salense (Blas Cortina & Fernández Manzano, 1992). La instalación de cultivos y la mayor presión ganadera, por lo tanto, favorecerían los efectos erosivos que elevarían la carga mineral de la turbera en estas fechas; mientras que la mayor pluviosidad de un evento como el 2800 cal BP habría potenciado sus efectos. Este mayor impacto antrópico también se manifiesta en el estudio polínico del **Castro de Llagú** (Fombella Blanco & García-Rovés, 2006b), en donde el paisaje sería mayoritariamente herbáceo y las actividades pastoriles frecuentes.

En Época Romana se recupera la turbera del Alto de la Espina de una manera muy rápida, produciéndose una rápida acumulación de turba debida a una anoxia ligada a encharcamiento, todo ello acompañado de un nuevo incremento de la diversidad polínica (Fig. 6.23). En el apartado de resultados ya se ha explicado la hipótesis que se plantea para este hecho, que es la utilización de la turbera como depósito de agua dentro del sistema de canalizaciones utilizado para la explotación de las minas auríferas de la zona, que se encuentran en gran número (Fernández Mier, 1996; Perea & Sánchez-Palencia, 1998). Esta hipótesis también está apoyada en las altísimas representaciones de las plantas hidrohigrófitas y de algunos microfósiles no polínicos indicadores de fluctuaciones hidrológicas; al igual que en las anomalías detectadas en la curva del factor de enriquecimiento en plomo en Época Romana (Fig. 6.24). Estas anomalías presentan,

además, una característica excepcional, y es que en vez de recoger una sola fase como es común en otros registros (Martínez Cortizas *et al.*, 2002a; Kylander *et al.*, 2005) muestran cuatro fases distintas que deben corresponderse con fases locales de actividades minero-metalúrgicas (Fig. 6.19). Al impacto antrópico detallado hasta hora habría que unirle la altísima presencia de polen de cereal en cronología romana, al igual que la mayor presencia de castaños, nogales y olivos, y una mayor presión pastoral. Todo ello estaría en relación con el incremento poblacional que se produjo en la zona al poner en valor sus recursos auríferos (Fernández Mier, 1996, 1999). Esta mayor antropización en Época Romana también puede verse en la secuencia polínica del **Castro Chao Samartín** (Gil García *et al.*, 2003; Ruiz Zapata *et al.*, 2005; Fig. 4.11) y en la del yacimiento romano de **Paredes** (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2004). Además, en el Alto de la Espina es en cronología romana cuando quercíneas perennifolias, junto con *Arbutus* y *Pistacia terebinthus*, poseen mayores porcentajes, y quizás estén señalando el aumento de las temperaturas durante el Periodo Cálido Romano (Desprat *et al.*, 2003).

Tras la desmembración del Imperio Romano cesaron las actividades mineras en la zona, tal y como muestra la curva del factor de enriquecimiento en plomo en el Alto de la Espina (Fig. 6.24), y también el cultivo de cereales en las inmediaciones de la turbera. Durante los últimos *ca.* 1500 años se ha ido configurando el paisaje actual, sobre todo desde la Edad Media. Es desde entonces cuando la presión pastoral se acentúa de nuevo, y se produce el mayor descenso de polen arbóreo de todo el Holoceno final (deforestación sobre todo del robledal) y una gran matorralización del

paisaje, donde la formación de tojal-brezal sería la dominante. El final de la secuencia, en las épocas Moderna y Contemporánea, se caracterizaría por el cultivo de especies forestales, tanto pinos como eucaliptos, y por el uso del fuego para la apertura del medio.

El constante impacto humano al que han sido sometidos los paisajes ha sido el causante del que vemos hoy día en las inmediaciones del Alto de la Espina, al igual que también ha sido el responsable de la subida desde el comienzo de la época industrial de los valores de plomo en la atmósfera, traducidos en este caso en un incremento del factor de enriquecimiento en plomo (Fig. 6.24). En las secuencias de las Sierras Septentrionales gallegas se observan también varios síntomas antrópicos sobre la vegetación ya que, al igual que en el Alto de la Espina, a finales del Holoceno reciente es cuando las actividades antrópicas ejercen una deforestación notable, una matorralización y, posteriormente, la plantación de especies alóctonas (pinos y eucaliptos).

Registros litorales y prelitorales

El registro polínico de la turbera de **Monte Areo** (Fig. 6.12) muestra que la agricultura ha sido una constante desde el Neolítico hasta finales de la Edad Moderna en esta zona prelitoral. Mientras que en el registro de **Villaviciosa** (García Antón *et al.*, 2006) se detecta desde la Edad del Hierro hasta la actualidad. El estudio polínico del yacimiento de **La Campa Torres** (Burjachs, 2001), de la Segunda Edad del Hierro, muestra un alto porcentaje de arbustos y herbáceas, hecho que pone de manifiesto una alta matorralización y apertura del medio de origen antrópico (Fig. 4.8). Esta apertura estaría relacionada con el cultivo de

cereal, habiéndose encontrando restos de cereales (*Triticum* sp., *Triticum dicocum* y *Hordeum vulgare*), además de *Corylus avellana* en los estudios carpológicos (Buxó & Echave, 2001a, 2001b). En la Edad del Hierro es cuando parece que se formó la turbera del **Llano Roñanzas** (Mary *et al.*, 1973), que muestra ya en sus inicios un ambiente matorralizado y con presencias esporádicas de cereal. La turbera de **Buelna** (Menéndez Amor & Florschütz, 1961) muestra la progresiva deforestación de las formaciones planocaducifolias desde entonces hasta la actualidad, iniciándose también la expansión de los brezales y los espacios abiertos.

Para Época Romana se cuenta con el estudio polínico de las Termas de Campo Valdés y el de de Veranes. La *villa* romana de **Veranes** en época altoimperial funcionaba como un núcleo importante dentro de un poblamiento rural y de asentamientos con fines agrícolas (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008; Orejas & Ruiz del Árbol, 2008). En esta época la *villa* se muestra como un asentamiento agropecuariamente muy activo en un entorno próximo sumamente deforestado dominado por pastizales gramínoles y de taxa antropozoógenos (Figs. 6.16a-e). Estos datos contrastan con los de las **Termas de Campo Valdés** (Mariscal, 1996), que no estaba orientado a las prácticas agrícolas y ganaderas, que muestra un paisaje mejor conservado que el de Veranes. En época tardorromana, en cambio, en el entorno del yacimiento parece producirse una recuperación forestal; pero Veranes seguía siendo una explotación agropecuaria, aunque el cambio del modelo de control territorial hacia mayores extensiones, junto con la monumentalización de las *villae* supondría un alejamiento de las

prácticas agrícolas del complejo residencial del aristócrata que lo controlaba (Fernández Ochoa & Gil Sendino, 2008).

Durante la Edad Media Veranes pierde su función, y se detecta una fuerte antropización en el entorno inmediato del yacimiento, que pasa a deforestarse de nuevo y a tener un paisaje dominado por pastizales de vocación ganadera, al igual que los yacimientos medievales del **Castillo de Curiel** (Burjachs, 2003) y **Santa María de las Raíces** (Fombella Blanco & García-Rovés, 2006a). En la turbera de Monte Areo (Fig. 6.12) se detecta también un fuerte proceso de deforestación en cronología medieval debido a una mayor presión agrícola, que afectó mayoritariamente al robledal y supuso la extensión de los brezales.

En época más reciente, en épocas Moderna y Contemporánea, es cuando se configura el paisaje actual en el entorno de Monte Areo. Los procesos deforestadores son máximos, produciéndose una notable expansión de las formaciones arbustivas dominadas por brezos y de los pastizales antropozoógenos. Al igual que en el Alto de la Espina, es desde estos momentos cuando se detectan los inicios de los cultivos de pinos y eucaliptos, el uso del fuego para la apertura de espacios, y la intensificación de las actividades ganaderas. Estos hechos también se comprueban en la turbera litoral de **Las Dueñas** (López Merino *et al.*, 2006; Fig. 6.6) en la comarca de Cudillero.

* * * * *

Durante el Holoceno final el espacio asturiano ha estado sometido a fuertes impactos antrópicos. En las zonas costeras empezaron con anterioridad a las zonas

montañosas, pero su continuada huella a lo largo de los últimos milenios ha modificado los paisajes a cualquier altitud.

La continuidad de prácticas agrícolas y ganaderas que han provocado la deforestación de los bosques, el hecho de que el noroeste peninsular sea una zona minera y metalúrgica desde antiguo, el uso del fuego para abrir espacios, la matorralización de los mismos, y la reciente plantación masiva de pinos y eucaliptos, son los factores que han configurado el paisaje más reciente de la región asturiana.

7.5. Consideraciones finales

Se ha intentado reconstruir la dinámica de la vegetación y de las actividades humanas que influyeron en la misma durante el Holoceno en Asturias. Aunque los resultados han sido suficientemente satisfactorios, diversas limitaciones se han encontrado con los datos disponibles:

- En general no son muchos los registros continuos sobre depósitos naturales con los que se cuenta.
- Para la buena interpretación diacrónica de los datos harían falta más dataciones. Un esfuerzo en este sentido sería necesario por parte de los investigadores.
- En general, la resolución a la que se han estudiado estos registros, sobre todo lo más antiguos, no es suficiente. La detección de cambios climáticos o antrópicos puntuales se hace muy difícil, si no imposible, sin referencias cronológicas precisas.

- Para tener más detalles sobre el proceso de neolitización en la zona, además del estudio en turberas, se hace necesario el estudio de yacimientos arqueológicos neolíticos. El esfuerzo de los arqueólogos es de esperar que de fruto en el futuro, especialmente en la documentación de zonas de hábitat de yacimientos anteriores al megalitismo.
- Se necesita un mayor esfuerzo en la identificación de los diferentes tipos polínicos. *Quercus* tipo o *Pinus* tipo son morfotipos insuficientemente detallados en un entorno en el que la diversidad taxonómica es enorme.
- Los microfósiles no polínicos ofrecen una información auxiliar muy valiosa no siempre disponible por el registro polínico tradicional, que en algunos casos permiten detallar aspectos tales como la evolución trófica de los medios húmedos o estimar distintos tipos de actividades antrópicas. Un esfuerzo, por parte de los paleopalinólogos, en el futuro, es necesario para profundizar en un mayor conocimiento de este *proxy* y su aplicación en la interpretación paleoambiental de registros del Suroeste de Europa.
- Los estudios polínicos por sí solos ofrecen información muy valiosa, pero su combinación con otros estudios paleoambientales o arqueológicos los potencia. Un esfuerzo en este sentido, trabajando en grupo y con objetivos comunes, sería necesario para poder elaborar reconstrucciones cada vez más precisas.

8. Conclusiones

Del trabajo de Tesis Doctoral presentado pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- La transición entre el final del Tardiglacial y los inicios del Holoceno fue abrupta, siendo el cambio de las comunidades vegetales muy rápido. En general se pasó de una vegetación con características estépicas a un paisaje arbolado de caducifolios a comienzos del Holoceno. En este paso convivirían tanto coníferas como mesotermófilos.
- A finales del Tardiglacial e inicios del Holoceno cabe destacar la presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus* que, aunque en algunos casos son esporádicas, son muy importantes ya que aportan nuevos datos sobre su carácter autóctono en la Península Ibérica, demostrando la presencia de refugios para estas taxa en Asturias. A lo largo del Holoceno medio y final las actividades antrópicas habrían favorecido la extensión de sus poblaciones.
- Durante el Holoceno inicial (ca. 11500-8600 cal BP) se constata una rápida colonización de los espacios anteriormente abiertos por parte del arbolado. En general se observa una recuperación climática en términos de aumento de las temperaturas y de la humedad respecto a la fase más fría y árida de finales del Tardiglacial (*Younger Dryas*). En las zonas montañosas orientales y meridionales de la Cordillera Cantábrica se detecta una

expansión arbórea en la que el pinar fue una de las formaciones más importantes en la configuración de los paisajes. En cambio, en las zonas montañosas septentrionales y occidentales de la Cordillera Cantábrica, en los espacios interiores y costeros, se detectan dos expansiones arbóreas, siendo además el elemento planocaducifolio el principal componente del arbolado. Esta segunda expansión arbórea posee una cronología ca. 9700-9500 cal BP, y estaría indicando un nuevo aumento de la humedad a mediados del Holoceno inicial. Las diferencias encontradas entre las dos vertientes de la Cantábrica, como las encontradas en el eje este-oeste de la misma, obedecen a un distinto gradiente de oceanidad *versus* continentalidad de las secuencias polínicas.

- Durante el Holoceno medio (ca. 8600-4600 cal BP) se detecta una tendencia a un descenso progresivo de la humedad. Aun detectándose este patrón, los bosques muestran un alto grado de desarrollo forestal, poseyendo los porcentajes arbóreos más altos de todo el Holoceno, por lo que las temperaturas debieron de ser relativamente elevadas.
- La aparición del tipo polínico *Pinus pinaster*, durante el Holoceno medio, en las secuencias de Monte Areo, Alto de la Espina y Lago Enol, podría también estar en concordancia con esta fase más seca y térmica que habría favorecido su desarrollo en las zonas más cercanas a las costas, sobre todo sobre sustratos

8. Conclusiones

arenosos y compactados. Esta hipótesis deberá verificarse en futuros estudios, aunque para ello es necesario un mayor esfuerzo identificativo de los tipos polínicos del género *Pinus*.

- Durante el Holoceno medio se ha identificado la ocurrencia del evento 8200 cal BP, de características frías y áridas, que se detecta a escala planetaria, en varias secuencias asturianas. Estos registros lo recogen de dos maneras distintas: mediante una disminución brusca de los porcentajes arbóreos o manifestando la ocurrencia de hiatos sedimentarios. El hecho de que este evento no se detecte en algunas de las secuencias estaría relacionado con la escasa resolución muestral y cronológica de las mismas.
- Durante el Holoceno medio empiezan a detectarse indicadores de actividades antrópicas sobre el paisaje, que mostrarían el inicio de la adopción de una economía productiva. En general, las actividades antrópicas habrían ocurrido con anterioridad en las zonas costeras e interiores que en las situadas a mayores elevaciones. En las zonas más elevadas la actividad pastoril fue la más extensamente desarrollada, mientras que en las zonas costeras hubo una mayor proliferación de las actividades agrícolas. En las zonas montañosas las primeras evidencias antrópicas, relacionadas principalmente con el pastoreo, se detectan desde mediados del Neolítico (finales del V-principios del IV milenio cal BC) en algunas secuencias, aunque no es hasta el Calcolítico (III milenio cal BC) cuando se generalizan. En cambio, en las secuencias interiores y costeras, como el

Alto de la Espina y Monte Areo, se detectan actividades pastoriles desde la segunda mitad del VI milenio cal BC, mientras que los inicios de la agricultura son posteriores: en Monte Areo corresponden a la primera mitad del V milenio cal BC (inicios del Neolítico), mientras que para el Alto de la Espina, para finales del mismo milenio (mediados del Neolítico); siendo estas evidencias las más antiguas encontradas en todo el territorio asturiano.

- Los escasos datos que se poseen en la actualidad sobre los inicios de la agricultura en la fachada norte peninsular hacen que a día de hoy no pueda establecerse un modelo claro sobre el proceso de neolitización en la misma, pero apuntan a que debió de haberse producido una difusión muy rápida. En este sentido, el estudio de depósitos naturales en zonas en las que se conoce una ocupación desde épocas prehistóricas, en ausencia de datos arqueobotánicos de yacimientos de cronología neolítica, se convierte en una herramienta muy eficaz para entender el origen y difusión de los procesos antrópicos y particularmente de la agricultura.
- Durante el Holoceno final (*ca.* 4600 cal BP al presente) la antropización de todos los territorios asturianos se generaliza, configurando los paisajes actuales de esta provincia. En particular, es desde la Edad del Bronce cuando se asiste a una amplia matorralización y apertura de los paisajes de Asturias, mediada por el incremento de actividades ganaderas y agrícolas, y ya en fechas más recientes por plantaciones forestales de pinos y eucaliptos. En cualquier caso, es

probable que la dinámica de la vegetación, en este tramo final del Holoceno, también estuviera mediada por la incidencia de algunos cambios climáticos abruptos, a veces coincidentes con cambios culturales igualmente importantes, caso de los denominados eventos 4100 cal BP y 2800 cal BP.

- La diversidad polínica, estimada en el registro polínico mediante el análisis de

rarefacción, demuestra como ésta tiende a incrementarse ante las perturbaciones, sean de naturaleza climática y/o antrópica.

- En definitiva, este trabajo viene a demostrar la pertinencia de acometer este tipo de estudios desde una perspectiva multidisciplinar, implicando muy diversos *proxies* en la interpretación paleoecológica.

8. Conclusiones

9. Referencias bibliográficas

- Aaby, B. & Berglund, B.E. 1986. Characterization of peat and lake deposits. En: Berglund, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, pp. 231-246. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Aguilar Lara, C.A. 1963. *Estudio palinológico de la turbera de Buelna-La Franca (Asturias)*. Tesis de Licenciatura (inédit.), Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
- Aizpuru Oiharbide, I. & Catalán Rodríguez, P. 1984. Presencia del carpe en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 41 (1): 143-146.
- Alcalde Olivares, C.; García-Amorena, I.; Gómez Manzaneque, F.; Maldonado Ruiz, J.; Morla Juaristi, C. & Postigo Mijarra, J.M. 2001. Estudio de los macrorrestos vegetales del yacimiento de Lomilla (Aguilar de Campoo, Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 59 (1): 101-112.
- Aldasoro, J.J.; Aedo, C.; Muñoz, J.; Vega, J.C.; de Hoyos, C.; Negro, A.; Moreno, G. & Sánchez, O. 1996. Las últimas turberas cantábricas. *Quercus*, 129: 16-19.
- Allen, J.R.M.; Huntley, B. & Watts, W.A. 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14,000 years. *Journal of Quaternary Science*, 11 (2):125-147.
- Allen, J.R.M.; Watts, W.A.; McGee, E. & Huntley, B. 2002. Holocene environmental variability-the record from Lago Grande di Monticchio, Italy. *Quaternary International*, 88: 69-80.
- Alley, R.B.; Mayewski, P.A.; Sowers, T.; Stuiver, M.; Taylor, K.C. & Clark, P.U. 1997. Holocene climate instability: a prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology*, 25: 483-486.
- Alonso, J.L.; Pulgar, J.A.; García-Ramos, J.C. & Barba, P. 1996. Tertiary Basins and Alpine Tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: Friend, P.F. & Dabrio, C.J. (eds.), *Tertiary Basins of Spain: Tectonics, climate and sea-level change*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 214-227.
- Allué, E. 2003. Antracología. En: Gutiérrez González, J.A. (ed.), *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*, pp. 375-382. Ayuntamiento de Gijón, vtp editorial. Gijón.
- Allue Andrade, J.L. 1990. *Atlas fitoclimático de España*. MAPA-INIA, Madrid.
- Ammann, B.; Birks, HJB.; Brooks, S.J.; Eicher, U.; von Grafenstein, U.; Hofmann, W.; Lemdahl, G.; Schwander, J.; Tobolski, K. & Wick, L. 2000. Quantification of biotic responses to rapid climatic changes around the Younger Dryas - a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 159: 191-201.
- Appleby, A.B. 1980. Epidemics and famine in the Little Ice Age. *Journal of Interdisciplinary History*, 10 (4): 643-663.
- Arias, P. 1991. *De cazadores a campesinos: La transición al Neolítico en la Región Cantábrica*. Asamblea Regional de Cantabria, Santander.
- Arias, P. 1992. Estrategias económicas de las poblaciones del Epipaleolítico avanzado y el Neolítico en la Región Cantábrica. En: Moure Romanillo A. (ed.), *Elefantes, ciervos y*

9. Referencias bibliográficas

- ovicaprinus. Economía y aprovechamiento del medio en la Prehistoria de España y Portugal*, pp. 163-184. Universidad de Cantabria, Santander.
- Arias, P. 1999. The Origins of the Neolithic Along the Atlantic Coast of Continental Europe: A Survey. *Journal of World Prehistory*, 13 (4): 403-464.
- Arias, P. & Ontañón, R. 1996. El Neolítico en Cantabria. Ensayo de caracterización industrial. *Rubricatum*, 1(2): 735-744.
- Arobba, D. 1979. Determinazione di «*Pinus halepensis*» Miller e «*Pinus pinaster*» Aiton sulla base di differenze palinologiche. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, 55 (3): 83-92.
- B**arber, D.C.; Dyke, A.; Hillarie-Marcel, C.; Jennings, A.E.; Andrews, J.T.; Kerwin, M.W.; Bilodeau, G.; McNeely, R.; Southon, J.; Morehead, M.D. & Gagnon, J.M. 1999. Forcing of the cold event of 8200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature*, 400: 344-348.
- Bastin, B. 1964. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans la forêt de Soignes (Belgique). *Agricultura*, 12: 341-373.
- Behre, K-E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23: 225-245.
- Behre, K-E. 1988. The rôle of man in European vegetation history. En: Huntley, B. & Webb, T. III (eds.), *Vegetation History*, pp. 633-672. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Behre, K-E. 1992. The history of rye cultivation in Europe. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1: 141-156.
- Belet, J-M. 1993. *Etude palynologique de la turbiere de La Mata (Monts Cantabriques; Nord-Ouest de l'Espagne)*. DEA géographie et aménagement, option milieux naturels. Université Toulouse Le Mirail.
- Bellot, F. & Vieitez, F. 1945. Primeros resultados del análisis polínico de las turberas galaicas. *Anales del Instituto Español de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal*, 4: 279-307.
- Bennet, K.; Tzedakis, P. & Willis, K. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*, 18: 103-115.
- Berglund, B.E. 2001. Cultural landscapes in NW Europe. Is there a link to climate changes? *Terra Nostra*, 3: 68-75.
- Bianchi, G.G. & McCave, I.N. 1999. Holocene periodicity in North Atlantic climate and deep-ocean flow south of Iceland. *Nature*, 397: 515-517.
- Birks, H.J.B. 1986. Numerical zonation, comparison and correlation of Quaternary pollen-stratigraphical data. En: Berglund, B.E. (ed.), *Handbook of Holocene Paleoecology and Palaeohydrology*, pp. 743-774. John Wiley, Chichester.
- Birks, H.J.B. & Birks, H.H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold, London.
- Birks, H.J.B. & Line J.M. 1992. The use of rarefaction analysis for estimating palynological richness from Quaternary pollen-analytical data. *The Holocene*, 2 (1): 1-10.
- Björkman, L. 1999. The establishment of *Fagus sylvatica* at the stand-scale in southern Sweden. *The Holocene*, 9 (2): 237-245.
- Blas Cortina, M-A. de. 1983. El megalitismo em Asturias; consideraciones sobre el estado actual de la investigación. *Portugalia*, 4-5: 63-71.

- Blas Cortina, M.A. de. 1996. La primera minería metálica del N. Peninsular: las indicaciones del C-14 y la cronología prehistórica de las explotaciones cupríferas del Aramo y El Milagro. *Complutum Extra*, 6 (I): 217-226.
- Blas Cortina, M.A. de. 1999. *El Monte Areo, en Carreño (Asturias). Un territorio funerario de los milenios V a III a, de J.C.* Ayuntamiento de Carreño, Mancomunidad Cabo Peñas, Carreño.
- Blas Cortina, M.A. de & Fernández Manzano, J. 1992. Asturias y Cantabria en el primer milenio a.C. *Complutum*, 2-3: 399-416.
- Bond, G.; Kromer, B.; Beer, J.; Muscheler, R.; Evans, M.; Showers, W.; Hoffmann, S.; Lott-Bond, R.; Hajdas, I. & Bonani, G. 2001. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, 294: 2130-2136.
- Bond, G.; Showers, W.; Cheseby, M.; Lotti, R.; Almasi, P.; deMenocal, P.; Priore, P.; Cullen, H.; Hajdas, I. & Bonani, G. 1997. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, 278: 1257-1266.
- B.O.P.A. 1995. Decreto 65/95, de 5 de junio, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias y se dictan Normas para su Protección. *Boletín oficial del Principado de Asturias*, 128, Oviedo.
- B.O.P.A. 2002. Decreto 99/2002, de 25 de julio, por el que se declara Monumento Natural la Turbera de las Dueñas (Cudillero). *Boletín oficial del Principado de Asturias*, 192: Oviedo.
- Bottema, S. 1975. The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to liguliflorae). *Palaeohistoria*, 17:17-35.
- Boyer-Klein, A. 1984. Analyses polliniques cantabriques au Tardiglaciaire. *Revue de Paléobiologie*, vol. Spécial: 33-39.
- Boyer-Klein, A. 1985. Nouveaux résultats palynologiques dans les Cantabres au Tardiglaciaire. En: *Palynologie Archéologique. Actes des Journées du 25-25-27 janvier 1984, Notes et monographies techniques n° 17, C.R.A., Éditions du CNRS, pp. 397-399. Éditions CNRS, Paris.*
- Bradley, R.S. 1999. *Paleoclimatology. Reconstructing climates of the Quaternary* (2nd edition). International Geophysics Series, volume 64, Academic Press, San Diego.
- Bradley, R.S. & Jones, P.D. 1993. 'Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene*, 3 (4): 367-376.
- Brauer, A.; Haug, G.H.; Dulski, P.; Sigman, D.M. & Negendank J.F.W. 2008. An abrupt wind shift in western Europe at the onset of the Younger Dryas cold period. *Nature geosciences*, 1: 520-523.
- Bueno Sánchez, A. & Fernández Prieto, J.A. 1991. Acebuchales y lauredales de la costa cantábrica. *Lazaroa*, 12: 273-301.
- Burjachs, F. 2001. Informe del análisis polínico del yacimiento arqueológico de La Campa Torres (Asturias). En: Maya González, J.L. & Cuesta Toribio, F. (eds.), *El castro de la Campa Torres*, pp. 297-305. Gijón.
- Burjachs, F. 2003. Palinología. En: Gutiérrez González, J.A. (ed.), *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*, pp. 363-374. Ayuntamiento de Gijón, vtp editorial. Gijón.
- Burjachs, F. 2006. Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas*, año XV, 1: 1-10.

9. Referencias bibliográficas

- Burjachs, F.; López Sáez, J.A. & Iriarte, M.J. 2003. Metodología Arqueopalinológica. En: Buxó, R. & Piqué, R. (eds.), *La recogida de muestras en Arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental*, pp. 11-18. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- Burroughs, W.J. 2005. *Climate change in Prehistory. The end of the reign of chaos*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Buxó, R. & Echave, C. 2001a. Estudio de los restos paleoarqueológicos del yacimiento de La Campa Torres (Gijón, Asturias). En: Maya González, J.L. & Cuesta Toribio, F. (eds.), *El castro de la Campa Torres*, pp. 3077-310. Gijón.
- Buxó, R. & Echave, C. 2001b. Análisis de una nueva muestra de semillas procedente del yacimiento de La Campa Torres. En: Maya González, J.L. & Cuesta Toribio, F. (eds.), *El castro de la Campa Torres*, pp.311. Gijón.
- C**arrión, J.S. 1992. Late Quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71:37-77.
- Carrión, J.S. 2001. Dialectic with climatic interpretations of Late-Quaternary vegetation history in Mediterranean Spain. *Journal of Mediterranean Ecology*, 2: 145-156.
- Carrión, J.S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, 21: 2047-2066.
- Carrión, J.S. & Dupré, M. 2002. Los paisajes vegetales de Altamira en el Paleolítico Superior. En: *Redescubrir Altamira*, pp. 141-150. Editorial Turner, Madrid.
- Carrión, J.S.; Munuera, M.; Navarro, C. & Sáez, F. 2000a. Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Viejas falacias y nuevos paradigmas. *Complutum*, 11: 115-142.
- Carrión, J.S. & Navarro, C. 2001. Cryptogam spores and other non-pollen microfossils as sources of palaeoecological information: case-studies from Spain. *Annales Botanici Fennici*, 39: 1-14.
- Carrión, J.S.; Navarro, C.; Navarro, J. & Munuera, M. 2000b. The distribution of cluster pine (*Pinus pinaster*) in Spain as derived from palaeoecological data: relationships with phytosociological classification. *The Holocene*, 10: 243-252.
- Carrión, J.S.; Parra, I.; Navarro, C. & Munuera, M. 2000c. Past distribution and ecology of the cork oak (*Quercus suber*) in the Iberian Peninsula: a pollen-analytical approach. *Diversity and Distributions*, 6: 29-44.
- Carrión, J.S. & Sánchez-Gómez, P. 1992. Palynological data in support of the survival of walnut (*Juglans regia* L.) in the western Mediterranean area during last glacial times. *Journal of Biogeography*, 19: 623-630.
- Carrión, J.S., van Geel, B., Munuera, M. & Navarro, C. 1999. Palaeoecological evidence of pollen sequence in eastern Spain challenges existing concepts of vegetation change. *South African Journal of Sciences*, 95: 44-46.
- Clark, G.A. & Menéndes Amor, J. 1975. Apéndice II: Muestras de polen de Liencres: niveles 1 y 2. En: Clark, G.A., Liencres: una estación al aire libre de estilo asturiense cerca de Santander. *Cuadernos de arqueología de Deusto*, 3: 67-70.

- COHMAP m. 1988. Climatic changes of the last 18.000 years: observations and model simulations. *Science*, 241: 1043-1052.
- Conedera, M.; Krebs, P.; Tinner, W.; Pradella, M. & Torriani, D. 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its difusión on a continental scale. *Vegetation History and Archeobotany*, 13: 161-179.
- Costa Tenorio, M.; García Antón, M.; Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. 1990. La evolución de los bosques en la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología*, Fuera de serie, 1: 31-58.
- Costa Tenorio, M.; Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. (eds.) 2001. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona.

- D**ansgaard, 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. & Bond, G. 1993. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature*, 364: 218-220.
- Davis, B.A.S.; Brewer, S.; Stevenson, A.C.; Guiot, J. & Contributors D. 2003. The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary Science Reviews*, 22: 1701-1716.
- Dean, W.E.; Forester, R.M. & Bradbury, J.P. 2002. Early Holocene change in atmospheric circulation in the Northern Great Plains: an upstream view of the 8.2 ka cold event. *Quaternary Science Reviews*, 21: 1763-1775.
- Debret, M.; Bout-Roumzeilles, V.; Grousset, F.E.; Desmet, M.; McManus, J.; Massei, N.; Sebag, D.; Petit, J.R.; Copard, Y. & Trentesaux, A. 2007. The origin of the 1500-year climate cycles in Holocene North-Atlantic records. *Climate of the Past*, 3: 569-575.
- deMenocal, P.; Ortiz, J.; Guilderson, T.P.; Adkins, J.F.; Sarnthein, M.; Baker, L. & Yarusik, M. 2000. Abrupt onset and termination of the African Humid Period: rapid climate responses to gradual insolation forcing. *Quaternary Science Reviews*, 19: 347-361.
- Desprat, S.; Sánchez-Goñi, M.F. & Loutre, M.F. 2003. Revealing climatic variability of the last three millennia in northwestern Iberia using pollen influx data. *Earth and Planetary Science Letters*, 213: 63-78.
- Díaz Fernández, P.M.; Gil Sánchez, L. 1996. Datos histórico-geográficos sobre la presencia de pinares en la Cordillera Cantábrica. En: Guitián Rivera, L. (ed.), *Actividad humana y cambios recientes en el paisaje*, pp. 55-68. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Díaz González, T.E. & Fernández Prieto, J.A. 1994. El paisaje vegetal de Asturias: Guía de la excursión (IX Excursión Internacional de Fitosociología). *Itinera Geobotánica*, 8: 5-242.
- Díaz González, T.E. & Vázquez, A. 2004. *Guía de los árboles de Asturias*. Ediciones Trea S.L., Gijón.
- Díaz González, T.E.; Blas Cortina, M.A. de & Gutiérrez Villarías, M.I. 2002. Estudio e identificación de restos de madera quemada procedentes del Túmulo XII de la estación megalítica de Monte Areo (Carreño, Asturias). *Boletín de Ciencias de la Naturaleza del Real Instituto de Estudios Asturianos*, 48: 273-290.

9. Referencias bibliográficas

- Díaz-Laviada, T. 1989. *Variabilidad del grano de polen en especies ibéricas del género Pinus*. Tesis Doctoral (Inédita), Universidad Politécnica, Madrid.
- Dodd, J.R. & Stanton, R.J. 1990. *Peleoecology. Concepts and Applications*. 2nd Edn. John Wiley & Sons, New York.
- Dupré Ollivier, M. 1985. Contribución del análisis polínico al conocimiento del paleoambiente en España. Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Valencia, Tesis Doctoral.
- Dupré Ollivier, M. 1986. Contribution de l'analyse pollinique a la connaissance du paléoenvironnement en Espagne. *L'Anthropologie*, 90 (3): 589-591.
- Dupré Ollivier, M. 1988. *Palinología y Paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. Servicio de Investigación Prehistórica, Diputación Provincial de Valencia, 84. Valencia.
- E**stévez, J. 2005. *Catástrofes en la Prehistoria*. Edicions Bellaterra, Barcelona.
- Etherington, J.R. 1982. *Environment and Plant Ecology*. 2nd Edn. John Wiley & Sons, New York.
- F**abián García, J.; Blanco González, A. & López Sáez, J.A. 2006. La transición Calcolítico-Bronce Antiguo desde una perspectiva arqueológica y ambiental: el Valle Amblés (Ávila) como referencia. *Arqueología Espacial*, 26: 37-56.
- Fábregas Valcarce, R.; Martínez Cortizas, A.; BlancoChao, R. & Chesworth, W. 2003. Environmental change and social dynamics in the 2nd-3rd millennium BC in NW Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 30: 859-871.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4th Edn. John Wiley & Sons, Chichester.
- Fagan, B. 2000. *The Little Ice Age. How climate made history: 1300-1850*. Basic Books, Nueva York.
- Farias, P.; Marquínez, J. & Rodríguez, M. L. 1990. Geomorfología y origen de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias). En: Gutiérrez, M.; Peña, J.L.; Lozano, M.V. (eds.), *Actas de la I Reunión Nacional de Geomorfología*, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 1: 91-101.
- Farias, P.; Jiménez Sánchez, M. & Marquínez, J. 1996. Nuevos datos sobre la estratigrafía del relleno cuaternario de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias). *Geogaceta*, 20 (5): 1116-1119.
- Fernández Mier, M. 1996. Transformación del poblamiento en la transición del mundo antiguo al medieval en la montaña asturiana (Península Ibérica). *Archeologia Medievale*, 23: 101-128.
- Fernández Mier, M. 1999. *Génesis del territorio en la Edad Media. Arqueología del paisaje y evolución histórica de la montaña asturiana: el valle del río Pigüena*. Universidad de Oviedo, Oviedo.
- Fernández Mier, M. & Pascua Echegaray, E. 2006. Seminario "Paisajes de montaña y espacios pastoriles en la Edad Media: perspectivas y proyectos". Instituto de Historia, CSIC, Madrid, 19 de mayo de 2006. *Historia Agraria: Revista de agricultura e historia natural*, 39: 379-385.

- Fernández Ochoa, C. 1979. Aportación al estudio de la minería romana en Asturias: el dique de la Barrosa y el canal de los Lagos de Silva de Salave (Tapia de Casariego). *Boletín del Real Instituto de Estudios Asturianos*, 96-97: 411-422.
- Fernández Ochoa, C. & Gil Sendino, F. 2008. La villa romana de Veranes (Gijón, Asturias) y otras villas de la vertiente septentrional de la cordillera Cantábrica. En: Fernández Ochoa, C.; García-Entero, V. & Gil Sendino, F. (eds.), *Las villae tardorromanas en el occidente del Imperio: arquitectura y función. IV Coloquio Internacional de Arqueología en Gijón*, pp. 435-479. Ediciones Trea, Gijón.
- Fernández Ochoa, C.; Gil Sendino, F.; Peña Cervantes, Y.; Álvarez Toledo, G.; Suárez, J.A.; González-Pumariega, P.; Argüelles, R.J. & Vidal, A. R. 1997. Proyecto Veranes. Arqueología e Historia en torno a la vía de la Plata en el concejo de Gijón (Asturias). *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad Autónoma de Madrid*, 24: 253-278.
- Fernández Ochoa, C.; Gil Sendino, F. & Orejas, A. 2004. La villa romana de Veranes. El complejo rural tardorromano y propuesta de estudio del territorio. *Archivo Español de Arqueología*, 77: 197-219.
- Fernández Ochoa, C.; Gil Sendino, F. & Orejas, A. 2008. Veranes - A rural landscape through time (Gijón, Asturias, Spain). En: Bartels, C.; Ruiz del Árbol, M.; van Londen, H. & Orejas, A. (eds.), *Landmarks - Profiling Europe's Historic Landscapes*, (COST A27), Bochum.
- Fernández Prieto, J.A. & Vázquez, V.M. 1987. Datos sobre los bosques asturianos orocantábricos occidentales. *Lazaroa*, 7: 363-382.
- Fernández-Pello Martín, L.; Frochoso Sánchez, M.; González Pellejero, R.; Martínez de Pisón Stampa, E. & Quitantes González, F. 1988. Tipos de bosques en los Picos de Europa Asturianos. *Ería*, 15: 5-14.
- Fletcher, W.J. & Sánchez Goñi M.F. 2008. Orbital- and sub-orbital-scale climate impacts on vegetation of the western Mediterranean basin over the last 48,000 yr. *Quaternary Research*, 70: 451-464.
- Florschütz, F. & Menéndez Amor, J. 1959. Un fenómeno periglacial en Asturias y algunas consideraciones y deducciones relativas a la formación y datación palinológica de suelos. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec.Geol.)*, 57: 133-140.
- Fombella Blanco, M.A.; Andrade Olalla, A.; Puente García, E.; Penas Meirino, A.; Alonso Herrero, E.; Matías Rodríguez, R. & García-Rovés Fernández, E. 2001. Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación en la turbera del puerto de San Isidro (León, España). En: Fombella Blanco, M.A.; Fernández González, D. & Valencia Barrera, R.M. (eds.), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*, pp. 79-86. Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León.
- Fombella Blanco, M.A. & García-Rovés Fernández, E. 2006a. Análisis polínico del yacimiento de Santa María de Raíces, Castrillón (Asturias). En: Fernández-Martínez, E. (ed.), *XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, pp. 37-38. Libro de resúmenes. Universidad de León, León.
- Fombella Blanco, M.A. & García-Rovés Fernández, E. 2006b. Estudio palinológico del Castro de Llagú, Latores (Oviedo). En: Fernández-Martínez, E. (ed.), *XXII Jornadas de la*

9. Referencias bibliográficas

- Sociedad Española de Paleontología*, pp. 39-40. Libro de resúmenes. Universidad de León, León.
- Fombella Blanco, M.A.; García-Rovés Fernández, E. & Puente García, E. 2003. Comparative palynological analysis between the San Isidro and Leitariegos Holocene sequences, NW Spain. *Acta Palaeontologica Sinica*, 42 (1): 111-117.
- Fombella Blanco, M.A.; García-Rovés Fernández, E. & Puente García, E. 2004. Environmental and climatic changes inferred from the pollen sequence of San Isidro, León, NW Spain. *Polen*, 14: 483-484.
- Foote, M. 1992. Rarefaction analysis of morphological and taxonomic diversity. *Paleobiology*, 18 (1): 1-16.
- Franco Múgica, F.; García Antón, M.; Maldonado Ruiz, J.; Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene*, 11 (3): 343-358.
- Franco Múgica, F.; García Antón, M. & Sainz Ollero, H. 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos: Navarredonda (Ávila, España). *Revue de Paléobiologie*, 16: 29-45.
- Franco Múgica, F.; Gómez Manzaneque, F.; Maldonado, J.; Morla, C. & Postigo, J.M. 2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la Península Ibérica. *Ecología*, 14: 61-77.
- Fries, M. 1967. Lennart von Post's pollen diagram series of 1916. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 4: 9-13.
- Frigola, J.; Moreno, A.; Cacho, I.; Canals, M.; Sierro, F.J.; Flores, J.A.; Grimalt, J.O.; Hodell, D.A. & Curtis J.H. 2007. Holocene climate variability in the western Mediterranean region from a deepwater sediment record. *Paleoceanography*, 22, doi:10.1029/2006PA001307
- G**alop, D. 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Geode, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse, 285 pp.
- Galop, D. & Jalut, G. 1994. Differential human impact and vegetation history in two adjacent Pyrenean valleys un the Ariège basin, southern France, from 3000 BP to the present. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3: 225-244.
- Galop, D. & López Sáez, J.A. 2002. Histoire agraire et paléoenvironnement: les apports de la palynologie et des microfossiles non-polliniques». *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 42 (1-2): 161-164.
- García Antón, M.; Franco Múgica, F.; Maldonado, J.; Morla Juaristo, C. & Sainz Ollero, H. 1997. New data concerning the evolution of the vegetation in Lillo pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography*, 26: 929-934.
- García Antón, M.; Gil Romera, G.; Pagés, J.L. & Alonso Millán, A. 2006. The Holocene pollen record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, North Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 280-292.
- García Antón, M.; Maldonado Ruiz, J.; Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. 2002. Fitogeografía histórica de la península ibérica. En: Pineda, F.D., De Miguel, J.M.,

- Casado, M.A. & Montalvo, J. (eds.), *La Diversidad Biológica de España*, pp. 45-63. Prentice Hall, Madrid.
- García Antón, M.; Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. 1990. Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la Península Ibérica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec.Biol.)*, 86 (1-4): 95-105.
- García Antón, M.; Ruiz Zapata, B. & Ugarte, F.M. 1989. Análisis geomorfológico y palinológico de la turbera de Saldropo (Barazar. Zeanuri/Bizkaia). *Lurralde*, 12: 25-44.
- García-Amorena, I. 2007. *Evolución de los bosques en la costa Atlántica ibérica durante el Cuaternario. Implicaciones paleoclimáticas*. Silvopascicultura / E.T.S.I. Montes (UPM), Tesis Doctoral.
- García-Amorena, I.; Morla, C.; Rubiales, J.M. & Gómez Manzanque, F. 2008. Taxonomic composition of the northern coast of Spain, as determined from their macroremains. *The Holocene*, 18 (5): 819-829.
- García Dory, M.A. 1977. Covadonga National Park, Asturias, Spain. Its history, conservation interest and management problems. *Biological Conservation*, 11: 79-85.
- García-González, A. & Goldsmith, F.B. 1988. Cantabrian Mountain Beechwoods: A Survey and the Case for their Conservation. *Biological Conservation*, 45: 121-134.
- García-Rovés, E. 2007. *Dinámica de la Paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglacial y Holoceno en secuencias sedimentarias de la provincia de León*. Universidad de León, Tesis Doctoral.
- García-Rovés, E.; Puente García, E.; Fombella Blanco, M.A.; Ruiz Zapata, M.B. & Marcos Varela, L. 2001. Primeros resultados palinológicos de la turbera del Puerto de Leitariegos, Provincia de León. En: Moreno Grau, S.; Elvira Rendueles, B. & Moreno Angosto, J.M. (eds.), *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española (A.P.L.E.)*, pp. 283-290. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.
- Gil García, M.J.; Ruiz Zapata, M.B.; Dorado Valiño, M. & valdeolmillos Rodríguez, A. 2003. El paisaje vegetal en el entorno del castro de Samartín (Asturias): estudio polínico. *Polen*, 13: 45-53.
- Goeury, C. & Beaulieu, J.L. 1979. A propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans le sédiments minéraux. *Pollen and Spores*, 21: 239-251.
- Gómez-Orellana, R.; Ramil-Rego, P & Iriarte Chiapuso, M.J. 2000. Resultados obtenidos a partir del análisis polínico del sedimento recogido en un dolmen (Monte Areo V) y un túmulo (Monte Areo XII) emplazados en el entorno de Monte Areo (Asturias). Informe inédito.
- González Morales, M.R.; Márquez Uría, M.C.; Díaz González, T.E.; Ortea Rato, J.A. & Volman, K.C. 1980. El conchero asturiano de la cueva de Mazaculos II (La Franca, Asturias): Campañas de 1976-1978. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 9: 35-64.
- González-Sampériz, P. 2004. *Evolución paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno Superior y Holoceno*. Instituto Pirenaico de Ecología, C.S.I.C, Zaragoza & Dpto. de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza.
- González-Sampériz, P.; Montes, L. & Utrilla, P. 2003. Pollen in hyena coprolites from Gabasa Cave (northern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 126: 7-15.

9. Referencias bibliográficas

- González-Sampéris, P.; Valero-Garcés, B.L.; Moreno, A.; Jalut, G.; García-Ruiz, J.M.; Martí-Bono, C.; Delgado-Huertas, A.; Navas, A.; Otto, T. & J., D.J. 2006. Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the *El Portalet sequence*. *Quaternary Research*, 66: 38-52.
- González-Sampéris, P.; Valero-Garcés, B.L.; Moreno, A.; Morellón, M.; Navas, A.; Machin, J. & Delgado-Huertas A. 2008. Vegetation changes and hydrological fluctuations in the Central Ebro Basin (NE Spain) since the Late Glacial period: saline lake records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259: 136-115.
- González Trueba, J.J. 2005. La Pequeña Edad del Hielo en los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NO de España). *Cuaternario y Geomorfología*, 19 (3-4): 79-94.
- González Trueba, J.J.; Martín Moreno, R. & Serrano, E. 2005. El glaciario de la Pequeña Edad del Hielo en las Montañas Ibéricas. Síntesis y estado actual de conocimiento. *Cuaternario y Geomorfología*, 21 (1-2): 57-86.
- Grimm, E.C. 1987. Coniss: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, Vol. 13 (1): 13-35.
- Grimm, E.C. 1992. *Tilia, version 2*. Springfield. IL 62703. USA: Illinois State Museum. Research and Collection Center.
- Grimm, E.C. 2004. *TGView*. Illinois State Museum, Springfield.
- Grove, J.M. 2001. The initiation of the 'Little Ice Age' in regions round the North Atlantic. *Climatic Change*, 48: 53-82.
- Guerra Delgado, A.; Guitián Ojea, F.; Paneque Guerrero, G.; García Rodríguez, A.; Sánchez Fernández, J.A.; Monturiol Rodríguez, F. & Mudarra Gómez, J.L. 1968. *Mapa de suelos de España. Escala 1/1.000.000. Península y Baleares*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología "José María Albareda", Madrid.
- Guitián Ojea, F.; Muñoz Taboadela, M.; Carballas Fernández, T. & Alberto Jiménez, F. 1985. *Suelos naturales de Asturias*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, Santiago de Compostela.
- Gutiérrez González, J.A. (ed.). 2003. *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*. Ayuntamiento de Gijón, vtp editorial, Gijón, pp. 523.
- H**aas, J.N. 1996. Neorhabdocoela oocytes - palaeoecological indicators found in pollen preparations from Holocene freshwater lake sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 91 (1-4): 371-382.
- Harrison, S.P. & Digerfeldt, G. 1993. European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Quaternary Science Reviews*, 12: 233-248.
- Heck, K.L.; van Belle, G. & Simberloff, D. 1975. Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient simple size. *Ecology*, 56:1459-1461.
- Heim, J. 1967. *Les relations entre les spectres polliniques récents et le végétation actuelle en Europe occidentale*. Thèse. Université de Louvain, Louvain.

- Heiri, O.; Tinner, W. & Lotter, A.F. 2004. Evidence for cooler European summers during periods of changing meltwater flux to the North Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (43): 15285-15288.
- Hernández Pacheco, E. 1914. Fenómenos de glaciario cuaternario en la Cordillera Cantábrica. *Boletín Real. Sociedad Española de Historia Natural*, 45: 407-408.
- Hewitt, G.M. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 87-112.
- Horowitz, A. 1992. *Palynology of arid lands*. Elsevier, Amsterdam.
- Huntley, B. 1988. Europe. En: Huntley, B. & Webb, T. III (eds.), *Vegetation History*, pp. 341-383. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Huntley, B. & Birks, H.J.B. 1983. *An atlas of past and present pollen maps of Europe: 0-13000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52 (4): 577-586.

- I**nstituto Geológico y Minero de España. 1973. *Gijón*. Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Ministerio de Industria, Servicio de Publicaciones, Madrid.
- Iriarte, M.J.; Mújica, J. & Tarrío, A. 2005. Erriko Barra (Zarautz-Gipuzkoa): caractérisation industrielle et économique des premiers groupes de producteurs sur le littoral basque. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 36: 127-136.
- Iversen, J. 1973. The development of Denmark's nature since de Last Glacial. *Danmarks Geologiske Undersøgelse Række V*, 7C: 1-126.

- J**alut, G.; Amat, A.E.; Bonnet, L.; Gauquelin, T. & Fontugne M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160: 255-290.
- Jalut, G.; Esteban Amat, A., Pages, P. & Mardones, M. 1984. Quelques aspects de l'action de l'homme sur le milieu montagnard pyrénéen: conséquences phytogéographiques. *Documents d'Ecologie Pyrénéenne*, 3-4: 503-509.
- Janssen, C. 1981. Contemporary pollen assemblages from the Vosges (France). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 33: 183-313.
- Jiménez-Sánchez, M.; González-Álvarez, I.; Requejo-Pagés, O. & Ruiz-Zapata, M.B. 2004. Geoarqueología en los yacimientos romanos de Paredes (Asturias): aspectos geomorfológicos. En: Benito, G. & diez Herrero, A. (eds.), *Contribuciones recientes sobre Geomorfología*, Actas de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología, Toledo, Volumen I: 193-201. SEG y CSIC, Madrid.
- Jiménez Sánchez, M.; Ruiz Zapata, M.B.; Farias Arquer, P.; Dorado Valiño, M.; Gil García, M.J. & Valdeolmillos Rodríguez, A. 2003. Palaeoenvironmental research in Cantabrian Mountains: Redes Natural Park and Comella Basin. En: Ruiz Zapata, M.B.; Dorado Valiño, M.; Valdeolmillo Rodríguez, A.; Gil García, M.J.; Bardají Azcárate, T.; Bustamante Gutiérrez, I. & Martínez Mendizábal, I. (eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*, pp. 229-240.

9. Referencias bibliográficas

- Universidad de Alcalá de Henares – Ministerio de Ciencia y Tecnología – INQUA, Alcalá de Henares.
- Jiménez-Sánchez, M.; Ruiz-Zapata, M.B.; Gil García, M.J.; Bischoff, J.L.; Aranburu, A. & Stoll, H.M. 2007. Evolución cuaternaria de cuevas de la costa Cantábrica en el relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO de España). En: Durán, J.J.; Robledo, P.A. & Vázquez, J. (eds.), *Cuevas turísticas: aportación al desarrollo sostenible*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 24: 243-252. Madrid.
- Johnsen, S.J.; Dahl-Jensen, D.; Gundestrup, N.; Steffensen, J.P.; Clausen, H.B.; Miller, H.; Masson-Dulmeotte, V.; Sveinbjørndottir, A.E. & White, J. 2001. Oxygen isotope and palaeotemperature records from six Greenland ice-core stations: Camp Century, Dye-3, GRIP GISP2, Renland and NorthGRIP. *Journal Quaternary Science*, 16 (4): 299-307.
- K**litgaard-Kristensen, D.; Sejrup, H.P.; Hafliðason, H.; Johnsen, S. & Spurk, M. 1998. A regional 8200 cal. yr BP cooling event in northwest Europe induced by final stages of Laurentide ice-sheet deglaciation? *Journal of Quaternary Science*, 13: 165-169.
- Krebs, P.; Conedera, M.; Pradella, M.; Torriani, M., Felber, D. & Tinner, W. 2004. Quaternary refugia of the sweet chesnut (*Castanea sativa* Mill.): an extended palynological approach. *Vegetation History and Archeobotany*, 13: 145-160.
- Kuhry, P. 1985. Transgression of a raised bog across a coversand ridge originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of a Middle Holocene local vegetational succession in the Amstven (northwest Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44: 303-353.
- Kuhry, P. 1997. The palaeoecology of a treed bog in western boreal Canada: a study based on microfossils, macrofossils and physico-chemical properties. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96: 183-224.
- Kurek, J.; Cwynar, L.; Spear, R.W. & Schulz, M. 2002. A high resolution Holocene climate record from the White Mountains of Eastern North America. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 34: 49.
- Kylander, M.E.; Weiss, D.J.; Martínez Cortizas, A.; Spiro, B.; García-Sánchez, R. & Coles, B.J. 2005. Refining the pre-industrial atmospheric Pb isotope evolution curve in Europe using an 8000 year old peat core from NW Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, 240: 467-485.
- L**eroi-Gourhan, A. 1986. V. The palynology of La Riera cave. En: Straus, L.G. & Clark, G.A., *Anthropological Papers*, 36 : 59-64.
- Leuenberger, M.; Lang, C. & Schwander, J. 1999. Delta 15N measurements as a calibration tool for the paleothermometer and gas-ice age differences: a case study for the 8200 BP event on GRIP ice. *Journal Geophysical Research*, 104 (22): 163-170.
- López Bellido, L. 1990. *Cultivos herbáceos. Vol. I. Cereales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 539.

- López García, M.J. 2000. Análisis paleoecológico de los microfósiles silíceos (diatomeas y quiates de crisófitos) del sondeo de laguna Grande, Quintanar de la Sierra. En Informe final del proyecto de investigación: *Estudio sobre la evolución paleoambiental de la mitad norte de la Península Ibérica*. ENRESA-C.N.S., Vol 1: 94-120.
- López García, P. 1978. Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 35: 1-44.
- López García, P. 1981a. Análisis polínico del yacimiento de Los Azules (Cangas de Onís, Oviedo). *Botanica Macaronésica*, 8-9: 243-248.
- López García, P. 1981b. La Palinología: una ciencia auxiliar de la Arqueología. *Arevacon*, 3: 8-10.
- López García, P. 1986. Estudio palinológico del Holoceno español a través del análisis de yacimientos arqueológicos. *Trabajos de Prehistoria*, 43: 143-158.
- López García, P.; López Sáez, J.A. & Macías Rosado, R. 2002. La Paleopalinología en el Laboratorio de Arqueobotánica del Departamento de Prehistoria, Instituto de Historia, CSIC: 1977-2002. *Trabajos de Prehistoria*, 59: 143-156.
- López García, P., López Sáez, J.A. & Uzquiano, P. 1996. Paleoambiente y hábitat en las Marismas de Cantabria en los inicios del Holoceno: el caso del Abrigo de la Peña del Perro. En: Ramil, P.; Fernández, C. & Rodríguez, M. (coords.), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*, pp. 333-348. Consellería de Cultura, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, A Coruña.
- López-Merino, L.; López Sáez, J.A. & López García, P. 2006. Estudio palinológico de la turbera litoral holocena de Las Dueñas (Cudillero, Asturias, España). *Revista Española de Micropaleontología*, 38 (2-3): 299-308.
- López-Merino, L.; López-Sáez, J.A.; Ruiz Zapata, M.B. & Gil García, M.J. 2008. Reconstructing the history of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the north-western Iberian Range (Spain): From Late-Glacial refugia to the Holocene anthropic-induced forests. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152: 58-65.
- López Sáez, J.A. 2000. Análisis de los microfósiles no polínicos de la secuencia de laguna Grande, Quintanar de la Sierra QS-2. En Informe final del proyecto de investigación: *Estudio sobre la evolución paleoambiental de la mitad norte de la Península Ibérica*. ENRESA-C.N.S., Vol 2: 187-208.
- López Sáez, J.A. & Blanco González, A. 2005. La mutación Bronce Final/Primer Hierro en el suroeste de la Cuenca del Duero (provincia de Ávila): ¿cambio ecológico y social? En: Blanco, A.; Cancelo, C. & Esparza, A. (eds.), *Bronce Final y Edad del Hierro en la Península Ibérica*. Colección Aquilafuente 86. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca: 229-250.
- López Sáez, J.A.; Burjachs, F.; López García, P. & López Merino, L. 2006a. Algunas precisiones sobre el muestreo e interpretación de los datos en Arqueopalinología. *Polen*, 15: 17-29.
- López Sáez, J.A.; López García, P. & Burjachs, F. 2003. Arqueopalinología: Síntesis crítica. *Polen*, 12: 5-35.
- López Sáez, J.A.; López García, P. & López Merino, L. 2006b. El impacto humano en la Cordillera Cantábrica: Estudios palinológicos durante el Holoceno medio. En:

9. Referencias bibliográficas

- Homenaje a Victoria Cabrera* (Eds. E. Baquedano y J.M. Maíllo Fernández). Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares.
- López Sáez, J.A. & López Merino, L. 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2): 103-116.
- López Sáez, J.A.; López Merino, L. & Pérez Díaz, S. 2008. Crisis climáticas en la Prehistoria de la Península Ibérica: el evento 8200 cal BP como modelo. En: Rovira, S.; García-Heras, M.; Gener, M. & Montero, I. (eds.), *VII Congreso Ibérico de Arqueometría*, pp. 66-75. CSIC, Madrid.
- López Sáez, J.A.; van Geel, B.; Farbos-Texier, S. & Diot, M.F. 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie*, 17 (2): 445-459.
- López Sáez, J.A.; van Geel, B. & Martín Sánchez, M. 2000. Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. En: Oliveira Jorge, V. (ed.), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*, Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX. Adecap, Oporto, pp. 11-20.
- Lowe, J.J. & Walker, M.J.C. 1984. *Reconstructing Quaternary environments*. Longman Scientific & Technical, London.
- Lowell, T.V. & Kelly, M.A. 2008. Was the Younger Dryas global? *Science*, 321: 348-349.
- M**acDermott, F.; Matthey, D.P.; Oex, U.K. & Hawkesworth, C.J. 2001. The impact of the '8200 year' cooling event on the eastern Atlantic margin: evidence from an oxygen isotope speleothem record from S.W. Ireland. *Geological Association of Canada – Mineralogical Association of Canada Joint Annual Meeting, St. John's, Newfoundland Abstracts*, 26: 99.
- Macklin, M.G.; Benito, G.; Gregory, K.J.; Johnstone, E.; Lewin, J.; Michczyńska, D.J.; Soja, R.; Starkel, L. & Thorndycraft, V.R. 2006. Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial record of Europe. *Catena*, 66: 145-154.
- Magny, M. 1993. Solar influence on Holocene climatic changes illustrated by correlations between past lake-level fluctuations and the atmospheric ¹⁴C record. *Quaternary Research*, 40: 1-9.
- Magny, M. 2004. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113: 65-79.
- Magny, M.; Bégeot, C.; Guiot, J. & Peyron, O. 2003. Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews*, 22: 1589-1596.
- Magny, M.; de Beaulieu, J.-L.; Drescher-Schneider, R.; Vannièrè, B.; Walter-Simonnet, A.-V.; Miras, Y.; Millet, L.; Bossuet, G.; Peyron, O.; Brugiapaglia, E. & Leroux, A. 2007. Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews*, 26: 1736-1758.

- Magny, M.; Leuzinger, U.R.S.; Bortenschlager, S. & Haas, J.N. 2006. Tripartite climate reversal in central Europe 5600-5300 years ago. *Quaternary Research*, 65 : 3-19.
- Magny, M.; Miramont, C. & Sivan O. 2002. Assessment of the impact of climate and anthropogenic factors on Holocene Mediterranean vegetation in Europe on the basis of palaeohydrological records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 186: 47-59.
- Magri, D.; Vendramin, G.G.; Comps, B.; Dupanloup, I.; Geburek, T.; Gomory, D.; Latalowa, M.; Litt, T.; Paule, L.; Roure, J.M.; Tantau, I.; van der Knaap, W.O.; Petit, R.J. & Beaulieu, J.L. 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171 (1): 199-221.
- Manten, A.A. 1967. Lennart von Post and the foundation of modern palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 1: 11-22.
- Mariscal, B. 1983. Estudio de la turbera del Cueto de la Avellanosa, Polaciones (Cantabria). VI Reunión del Grupo Español de trabajo del Cuaternario. *Cuaderno do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 5: 205-226.
- Mariscal, B. 1996. Condiciones medioambientales durante la época romana en Gijón. Análisis polínico de las Termas de Campo Valdés. En: Ruiz Zapata, M.B. & cols. (eds.), *Estudios Palinológicos, XI Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*, pp. 87-90. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- Martín-Puertas, C.; Valero-Garcés, B.L.; Mata, P.; González-Sampériz, P.; Bao, R.; Moreno, A. & Stefanova V. 2008. Arid and Humid Phases in Southern Spain during the last 4000 Years: The Zoñar Lake Record, Córdoba. *The Holocene*, 40: 195-215.
- Martínez Atienza, F. 1999. Bibliografía (1945-1998) paleopolínica del Holoceno ibérico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Biología)*, 95: 5-30.
- Martínez Atienza, F. & Morla Juaristi, C. 1992. Aproximación a la paleocorología holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos paleopolínicos. En: Elena Rosselló, R. (ed.), *Actas Congreso Internacional del Haya, Pamplona 19 al 23 de octubre 1992, Investigación Agraria, Sistema y Recursos Forestales, Fuera de Serie*, 1 (1): 135-145.
- Martínez Cortizas, A.; Costa-Casais, M. & López-Sáez, J.A. En prensa. Environmental change in NW Iberia between 7000 and 500 cal BC. *Quaternary International*, doi:10.1016/j.quaint.2008.07.012.
- Martínez Cortizas, A.; García-Rodeja, E.; Pontevedra Pombal, X. & Nóvoa Muñoz, J.C. 2001. Las turberas como archivos geoquímicos de cambios ambientales. En: Martínez Cortizas, A. & García-Rodeja (eds.), *Turberas de montaña de Galicia*, pp. 129-139. Colección Técnica de Medio Ambiente, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, Galicia.
- Martínez Cortizas, A.; García-Rodeja, E.; Pontevedra Pombal, X.; Nóvoa Muñoz, J.C.; Weiss, D. & Cheburkin, A. 2002a. Atmospheric Pb deposition in Spain during the last 4600 years recorded by two ombrotrophic peat bogs and implications for the use of peat as archive. *The Science of the Total Environment*, 292 (1-2): 1-5.
- Martínez Cortizas, A.; García-Rodeja, E. & Weiss, D. 2002b. Peat bog archives of atmospheric metal deposition. *The Science of the Total Environment*, 292 (1-2): 33-44.

9. Referencias bibliográficas

- Martínez Cortizas, A.; Mighall, T.; Pontevedra Pombal, X.; Nóvoa Muñoz, J.C.; Peiteado Varela, E. & Piñeiro Reboló, R. 2005. Linking changes in atmospheric dust deposition, vegetation change and human activities in northwest Spain during the last 5300 years. *The Holocene*, 15 (5): 698-706.
- Martínez Cortizas, A.; Pontevedra Pombal, X.; Nóvoa Muñoz, J.C.; García-Rodeja, E. & Shotyk, W. 1999. Mercury in a Spanish peat bog: archive of climate change and atmospheric metal deposition. *Science*, 284: 939-942.
- Martin-Izard, A.; Fuertes-Fuente, M.; Cepedal, A.; Moreiras, D.; Nieto, J.G.; Maldonado, C. & Pevida, L.R. 2000. The Rio Narcea gold belt intrusions: geology, petrology, geochemistry and timing. *Journal of Geochemical Exploration*, 71: 103-117.
- Mary, G.; Beaulieu, J.L. de & Médus, J. 1973. Un diagramme sporopollinique et des datations ¹⁴C pour la tourbière du Llano Ronanzas (Asturies, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France, C.R. suppl.*, XV (1,1): 37-38.
- Mary, G.; Médus, J. & Delibrias, G. 1975. Le Quaternaire de la côte asturienne (Espagne). *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*, 42: 13-23.
- Mateus, J.E. 1992. *Holocene and present-day ecosystems of the Carvalhal Region, Southwest Portugal*. Museu, Laboratório e Jardim Botânico, Lisboa.
- Matthews, J.A. 2007. *GLACIATIONS / Neoglaciation in Europe Encyclopedia of Quaternary Science*. En: S. A. Elias (ed.). Elsevier, Oxford, pp. 1122-1133.
- Mayewski, P.A.; Rohling, E.J.; Stager, J.C.; Karlén, W.; Maasch, K.A.; Meeker, L.D.; Meyerson, E.A.; Gasse, F.; Van Kreveld, S.A.; Holmgren, C.A.; Lee-Thorp, J.A.; Rosqvist, G.; Rack, F.; Staubwasser, M.; Schneider, R. & Steig E.J. 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62: 243-255.
- Mazoyer, M. & Roudart, L. 2006. *A history of world agriculture. From the Neolithic age to the current crisis*. Monthly Review Press, New York.
- McDonnell, M.J. & Pickett, S.T.A. 1993. *Humans as components of ecosystems: the ecology of subtle human effects and populated areas*. Springer Verlag, New York.
- McKeever, M.H. 1984. *Comparative palynological studies of two lake sites in western Ireland and northwestern Spain*. Thesis. Trinity College, Dublin, Ireland.
- McManus, J.; Francois, R.; Gherardi, J.M.; Keigwin, L. & Brown-Leger S. 2004. Collapse and rapid resumption of Atlantic meridional circulation linked to deglacial climate changes. *Nature*, 428: 834-837.
- Menéndez Amor, J. 1950a. Estudio de las turberas de la zona oriental asturiana. *Las Ciencias*, XV (4): 801-816.
- Menéndez Amor, J. 1950b. Perfiles polínicos de las turberas de las rasas de Asturias. *XIII Congresso Luso-Espanhol para o progresso das Ciências*, pp. 351364, Associação portuguesa para o progresso das Ciências. Lisboa.
- Menéndez Amor, J. 1975. Análisis esporo-polinico de los sedimentos turbosos de los lagos Enol y Ercina. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geología)*, 1: 311-313.
- Menéndez Amor, J. & Florschütz, F. 1961. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación de España durante el Cuaternario. Resultados del análisis palinológico de algunas series de muestras de turba, arcilla y otros sedimentos recogidos en los

- alrededores de: I. Puebla de Sanabria (Zamora); II. Buelna (Asturias), Vivero (Galicia) y en Levante. *Estudios Geológicos*, XVII: 83-99.
- Menéndez Amor, J. & Florschütz, F. 1963. Sur les éléments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geología)*, 61: 121-133
- Mighall, T.M.; Martínez Cortizas, A.; Biester, H. & Turner, S.E. 2006. Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141: 203-223.
- Montoya Oliver, J.M. 1995. *El eucalipto*. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, pp.125.
- Montserrat, J. 1992. Evolución glaciario y postglaciario del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico. *Instituto Pirenaico de Ecología*, Zaragoza, 147 pp.
- Moore, P.D.; Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen analysis*. 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, London.
- Morales Matos, G. 1982. La explotación de los recursos forestales en Asturias. *Ería*, 3: 35-54.
- Morellón, M.; Valero-Garcés, B.L.; Moreno, A.; González-Sampériz, P.; Mata, P.; Romero, O.; Maestro, M. & Navas A. 2008. Holocene palaeohydrology and climate variability in Northeastern Spain: the sedimentary record of lake Estanya (Pre-Pyrenean range). *Quaternary International*, 181: 15-31.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1, Zaragoza.
- Moreno, A.; López-Merino, L.; Leira, M.; Marco-Barba, J.; González-Sampériz, P.; Valero-Garcés, B.L.; López-Sáez, J.A.; Santos, L.; Mata, P. & Ito, E. En revisión-b. Revealing Holocene environmental history from the multiproxy record of a mountain lake (Lago Enol, N Iberian Peninsula). *Journal of Paleolimnology*.
- Moreno, A.; Valero-Garcés, B.L.; Jiménez Sánchez, M.; Domínguez, M.J.; Mata, P.; Navas, A.; González-Sampériz, P.; Stoll, H.; Farias, P.; Morellón, M.; Corella, P. & Rico, M. En revisión-a. The last deglaciation in the Picos de Europa National Park (Cantabrian Mountains, Northern Spain). *Journal of Quaternary Science*.
- Muñoz Sobrino, C.; Ramil-Rego, P. & Gómez-Orellana L. 2003. La vegetación postglaciario 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. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13: 1-22.
- Muñoz Sobrino, C.; Ramil-Rego, P. & Gómez-Orellana L. & Díaz Varela, R.A. 2005. Palynological data on major Holocene climatic events in NW Iberia. 2005. *Boreas*, 34 (3): 381-400.
- Muñoz Sobrino, C.; Ramil-Rego, P.; Gómez-Orellana L. & Rodríguez Guitián, M. 1996. Modificaciones del paisaje vegetal durante el Cuaternario en el NW de la Península Ibérica. Contextualización con las secuencias del SW de Europa. *Férvedes*, 3: 117-150.

9. Referencias bibliográficas

- Muñoz Sobrino, C.; Ramil-Rego, P. & Rodríguez Guitián, M. 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. 2001. Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History and Archaeobotany*, 10: 7-21.
- Muscheler, R.; Beer, J. & Vonmoos, M. 2004. Causes and timing of the 8200 yr BP event inferred from the comparison of the GRIP ^{10}Be and the tree ring $\Delta^{14}\text{C}$ record. *Quaternary Science Reviews*, 23: 2101-2111.
- N**aughton, F.; Bourillet, J.F.; Sánchez Goñi, M.F.; Turon, J.L. & Jouanneau, J.M. 2007. Long-term and millennial-scale climate variability in northwestern France during the last 8850 years. *The Holocene*, 17: 939-953.
- O**bermaier, H. 1914. Estudio de los glaciares de los Picos de Europa. *Trabajos Memorias Museo Nacional de Ciencias Naturales*, 9: 1-42.
- O'Brien, S.R.; Mayewski, P.A.; Meeker, L.D.; Meese, D.A.; Twickler, M.S. & Whitlow, S.I. 1995. Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland Ice core. *Science*, 270: 1962-1964.
- Odgaard, B.V. 1999. Fossil pollen as a record of past biodiversity. *Journal of Biogeography*, 26 (1): 7-17.
- Oldfield, F. 2003. Introduction: The Holocene, a special time. En: Mackay, A.; Battarbee, R.; Birks, J. & Oldfield, F. (eds.), *Global change in the Holocene*, pp. 1-9. Arnold, London.
- Orejas, A. & Ruiz del Árbol, M. 2008. Territorio y dominio de las villas romanas: el *fundus* de Veranes. En: Fernández Ochoa, C.; García-Entero, V. & Gil Sendino, F. (eds.), *Las villae tardorromanas en el occidente del Imperio: arquitectura y función. IV Coloquio Internacional de Arqueología en Gijón*, pp. 167-191. Ediciones Trea, Gijón.
- Orejas, A. & Sánchez-Palencia, F.J. 2002. Mines, territorial organization, and social structure in Roman Iberia. *American Journal of Archeology*, 106 (4): 581-599.
- P**agés, J.L.; Alonso, A.; Cearreta, A.; Hacar, M.P. & Bao, R. 2003. The Holocene record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, Spain). En: Ruiz Zapata, M.B.; Dorado, M.; Valdeolmillos, A.; Gil, M.J.; Bardají, T.; Bustamante, I. & Martínez, I. (eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp.249-256.
- Pals, J.P.; van Geel, B. & Delfos, A. 1980. Palaeoecological studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (Noord Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30: 371-418.
- Pantaleón-Cano, L.; Pérez-Obiol, R.; Yll, E.I. & Roure, J.M. 1996. Significado de *Pseudoschizaea* en secuencias sedimentarias de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e islas Baleares. En: Ruiz Zapata, M.B. & cols. (eds.), *Estudios Palinológicos, XI Simposio de palinología (A.P.L.E.)*, pp. 101-105. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.

- Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. 1987. *La vegetación de España*, 544 pp.
- Peña-Chocarro, L.; Zapata Peña, L.; García Gazólaz, J.; González Morales, M.; Sesma Sesma, J. & Straus, L.G. 2005a. The spread of agriculture in northern Iberia: new archaeobotanical data from El Mirón cave (Cantabria) and the open-air site of Los Cascajos (Navarra). *Vegetation History and Archaeobotany*, 14: 268-278.
- Peña-Chocarro, L.; Zapata Peña, L.; Iriarte, M.J.; González Morales, J. & Straus, L.G. 2005b. The oldest agriculture in northern Atlantic Spain: new evidence from El Mirón Cave (Ramales de la Victoria, Cantabria). *Journal of Archaeological Science*, 32: 579-587.
- Peñalba, C. 1994. The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology*, 82: 815-832.
- Peñalba, C.; Arnold, M.; Guiot, J.; Duplessy, J-C. & de Beaulieu, J-L. 1997. Termination of the Last Glaciation in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research*, 48 (2): 205-214.
- Perea, A. & Sánchez-Palencia, F.J. 1998. *Arqueología del oro Astur: orfebrería y minería*. Caja de Asturias, Obra Social y Cultural, Oviedo.
- Pérez-Obiol, R. & Julià, R. 1994. Climate change on the Iberian Peninsula recorded in a 30.000 yr pollen record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91-98.
- Pfister, C. 1980. The Little Ice Age: Thermal and Wetness Indices for Central Europe. *Journal of Interdisciplinary History*, 10 (4): 665-696.
- Pontevedra Pombal, X; Nóvoa Muñoz, J.C.; García-Rodeja, E. & Martínez Cortizas, A. 2006. Mountain mires from Galicia (NW Spain). En: Martini, I.P.; Martínez Cortizas, A. & Chesworth, W. (eds.), *Peatlands, Evolution and Records of Environmental and Climate Changes*, Developments and Records in earth Surface Processes and Landforms, vol. 9. Elsevier, Amsterdam, pp. 85-110.
- Prentice, I.C. 1988. Records of vegetation in time and space: the principles of pollen analysis. En: Huntley, B. & Webb, T. III (eds.), *Vegetation History*, pp. 17-42. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- R**amil-Rego, P. 1992. *La vegetación cuaternaria de la Sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico*. Universidade de Santiago. Tesis Doctoral.
- 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. En: Pérez Alberti, A.; Guitián Rivera, L. & Ramil Rego, P. (eds.), *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*, pp. 25-60. Xunta de Galicia, A Coruña.
- Ramil-Rego, P. & Aira Rodríguez, M.J. 1993a. Estudio palinológico de la turbera de Pena Veira (Lugo). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 51 (1): 111-122.
- Ramil-Rego, P. & Aira Rodríguez, M.J. 1993b. Estudio palinológico de la turbera de Sever (Lugo). *Acta Botanica Malacitana*, 18: 125-133.
- Ramil-Rego, P.; Gómez-Orellana, L.; Muñoz Sobrino, C. & Rodríguez-Guitián, M. 1996. Valoración de las secuencias polínicas del Norte de la Península Ibérica para el último ciclo glacial-interglacial. Paleoecología y Arqueometría del Norte de la Península Ibérica. *Férvedes*, 3: 20-123.

9. Referencias bibliográficas

- Ramil-Rego, P.; Muñoz Sobrino, C.; Rodríguez Guitián, M. & Gómez Orellana, L. 1998a. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16000 years. *Plant Ecology*, 138: 41-62.
- Ramil-Rego, P.; Rodríguez-Guitián, M. & Muñoz-Sobrino, C. 1998b. Sclerophyllous vegetation dynamics in the north of the Iberian peninsula during the last 16000 years. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7: 335-351.
- Ramil-Rego, P.; Rodríguez Guitián, M.A.; Muñoz Sobrino, C. & Gomez-Orellana, L. 2000. Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* in the NW Iberian Peninsula. *Folia Geobotanica*, 35: 241-271.
- Rasmussen, S.O.; Andersen, K.K.; Svensson, A.; Steffensen, J.P.; Vinther, B.M.; Clausen, H.B.; Siggaard-Andersen, M.L.; Johnsen, S.J.; Larsen, L.B.; Dahl-Jensen, D.; Bigler, M.; Röthlisberger, R.; Fisher, H.; Goto-Azuma, K.; Hansson, M. & Ruth U. 2006. A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *Journal of Geophysical Research*, 111: doi:10.1029/2005JD006079.
- Reille, M. 1992. *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- Reille, M. 1995. *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 1*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- Reimer, P.J.; Baillie, M.G.L.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J.W.; Bertrand, C.; Blackwell, P.G.; Buck, C.E.; Burr, G.; Cutler, K.B.; Damon, P.E.; Edwards, R.L.; Fairbanks, R.G.; Friedrich, M.; Guilderson, T.P.; Hughen, K.A.; Kromer, B.; McCormac, F.G.; Manning, S.; Bronk Ramsey, C.; Reimer, R.W.; Remmele, S.; Southon, J.R.; Stuiver, M.; Talamo, S.; Taylor, F.W.; van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C.E. 2004. *Radiocarbon*, 46: 1029-1058.
- Renault-Miskovsky, J.; Girard, M. & Trouin, M. 1976. Observations de quelques pollens d'Oléacées au microscope électronique à balayage. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 2: 71-86.
- Renault-Miskovsky, J. & Leroi-Gourhan, A. 1981. Palynologie et archéologie: nouveaux résultats, du Paléolithique Supérieur au Mésolithique. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 32: 121-128.
- Riera, S.; López-Sáez, J.A.; Julià, R. 2006. Lake responses to historical land use changes in northern Spain: The contribution of non-pollen palynomorphs in a multiproxy study. *Review of palaeobotany and Palynology*, 141: 127-137.
- Rivas-Martínez, S. 1987. *Memoria del MAPA de Series de Vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA, Madrid.
- Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de la vegetación potencial de España, parte 1. *Itinera Geobotanica*, 17: 1-436.
- Rivas-Martínez, S.; Díaz González, T.E.; Fernández Prieto, J.A.; Loidi, J. & Penas, A. 1984. *La vegetación de la alta montaña cantábrica. Los Picos de Europa*. Ediciones Leonesas, Madrid.
- Roberts, N. 1989. *The Holocene. An Environmental History*. Basil Blackwell Ltd, Oxford.
- Roberts, C.N.; Stevenson, T.; Davis, B.; Cheddadi, R.; Brewster, S. & Rosen A. 2004. Holocene climate, environment and cultural change in the circum-Mediterranean region. En: R.

- W. Battarbee *et al.* (eds.), *Past Climate Variability through Europe and Africa*. Springer, Dordrecht, pp. 343-362.
- Rodríguez Guitián, M.A. 2006. Acerca de la identidad fitosociológica de los hayedos silicícolas sublitorales del centro de la cornisa cantábrica. *Lazaroa*, 27: 59-78.
- Rodríguez Guitián, M.A.; Romero Franco, R. & Ramil Rego, P. 2007. Caracterización ecológica y florística de las comunidades lauroides del occidente de la Cornisa Cantábrica (Noroeste ibérico). *Lazaroa*, 28: 35-65.
- Roger, J. 1977. *Paléoécologie*. Masson, Paris.
- Rozas, V. 2004. Análisis estructural y dendroecológico del roble (*Quercus robur*) en las carbayedas de Tragamón y la Isla, Gijón (Asturias). *Ecología*, 18: 127-143.
- Rubiales, J.M.; García-Amorena, I.; García Álvarez, S. & Gómez Manzaneque, F. 2008. The Late Holocene extinction of *Pinus sylvestris* in the western Cantabrian Range (Spain). *Journal of Biogeography*, 35: 1840-1850.
- Ruiz Zapata, M.B.; Farias, P; Jiménez Sánchez, M.; Gil García, M.J.; Dorado Valiño, M. & Valdeolmillos Rodríguez, A. 2001a. Secuencia polínica de un depósito de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias): implicaciones paleoclimáticas. En: Moreno Grau, S.; Rendueles, B. & Moreno Angosto, J.M. (eds.), *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.)*, pp. 379-389. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.
- Ruiz Zapata, M.B.; Jiménez Sánchez, M.; Farias, P; Gil García, M.J.; Dorado Valiño, M. & Valdeolmillos Rodríguez, A. 2001b. Registro palinológico de un depósito Holoceno del Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica). En: Moreno Grau, S.; Rendueles, B. & Moreno Angosto, J.M. (eds.), *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.)*, pp. 391-400. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.
- Ruiz Zapata, M.B.; Gil, M.J.; Dorado, M.; Valdeolmillos, A.; Vegas, J. & Pérez González, A. 2002. Clima y vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno en la Sierra de Neila (Sistema Ibérico Noroccidental). *Cuaternario y Geomorfología*, 16 (1-4): 9-20.
- Ruiz Zapata, M.B.; Gil García, M.J.; Gómez González, C.; Moya-Palomares, M.E.; Dorado Valiño, M.; Valdeolmillos Rodríguez, A.; Martín Arroyo, T.; Jiménez Sánchez, M. & Villa Valdés, A. 2005. The geological heritage of the archaeological sites. An example of the climate-human interaction during roman times in the 'Chao de Samartín' archaeological site (Asturias, Spain). Abstracts *IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage*, 13-16 septiembre, Braga, Portugal: 60.
- Ruiz Zapata, M.B.; Gil García, M.J.; Jiménez-Sánchez, M.; Gómez-González, C. & Aramburu, A. 2006. Primeros datos polínicos del relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO España). *Polen*, 16: 106. Córdoba.
- Ruiz Zapata, M.B.; Jiménez, M.; Gil García, M.J.; Dorado Valiño, M.; Valdeolmillos Rodríguez, A. & Farias, P. 2000. Registro palinológico de un depósito postglacial en el Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica, Noroeste de España): implicaciones paleoclimáticas. *Geotemas*, 1 (4): 279-283.
- Ruiz Zapata, M.B.; López Sáez, J.A.; Vegas, J.; López García, M.J.; Pérez González, A.; Gil García, M.J.; Dorado, M. & Valdeolmillos, A. 2003. Environmental changes during the Late Glacial-Holocene transition in Sierra de Neila (Laguna Grande lacustrine record,

9. Referencias bibliográficas

- Spain). En: Ruiz Zapata, M.B.; Dorado, M.; Valdeolmillos, A.; Gil, M.J.; Bardají, T.; Bustamante, I. & Martínez, I. (eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean region*. Universidad de Alcalá de Henares – Ministerio de Ciencia y Tecnología –INQUA, Alcalá de Henares, 139-147.
- S**alas, L. 1992. Propuesta de modelo climático para el holoceno en la vertiente cantábrica en base a los datos polínicos. *Cuaternario y Geomorfología*, 6: 63-69.
- Salas, L. 1995. Los estudios polínicos en España, utilizados en la reconstrucción climática de los últimos 10.000 años. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 20: 67-98.
- Sánchez Goñi, M.F. 1988. A propos de la présence du pollen de *Castanea* et de *Juglans* dans les sédiments archéologiques würmiens anciens du Pays Basque espagnol. Actes Xe Symposium A.P.L.F. Bordeaux, 1987, *Inst. fr. Pondichery, trav. sec. sci. tech.*, XXV: 73-82.
- Sánchez Goñi, M.F. 1994. L'environnement de l'homme préhistorique dans la région cantabrique d'après la taphonomie pollinique des grottes. *L'Anthropologie*, 98 (2-3): 379-417.
- Sánchez Goñi, M.F. & Hannon, G.E. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene*, 9 (1): 39-57.
- Sánchez-Palencia, P.J.; Orejas, A.; Sastre, I. & Pérez, L.C. 2006. Las zonas mineras romanas del noroeste peninsular. Infraestructura y organización del territorio. *Nuevos elementos de ingeniería romana: III Congreso de las Obras Públicas Romanas*, pp: 265-285.
- Sande Silva, J. 2007. *Pinhais e eucaliptais. A foresta cultivada*. Público, Comunicação, S.A. Fundação Luso-Americana para o desenvolvimento, Lisboa, pp. 283.
- Santos, L.; Vidal Romani, J.R. & Jalut G. 2000. History of vegetation during the Holocene in the Courel and Queixa Sierras, Galicia, northwest Iberian Peninsula. *Journal of Quaternary Science*, 15: 621-632.
- Seppä, H. 1997. The long-term development of urban vegetation in Helsinki, Finland: a pollen diagram from Töölönlahti. *Vegetation History and Archaeobotany*, 6: 91-103.
- Sowers, T. & Bender, M. 1995. Climate records covering the last deglaciation. *Science*, 269: 210-214.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen spores*, 13: 614-621.
- Straus, L.G.; Altuna, J.; Clark, G.A.; González Morales, M.; Laville, H.; Leroi-Gourhan, A.; Menéndez de la Hoz, M. & Ortea, J.A. 1981. Paleoecology at La Riera (Asturias, Spain). *Current Anthropology*, 22 (6): 655-682.
- Straus, L.G.; Clark, G.A.; Altuna, J.; González Morales, M.; Laville, H.; Leroi-Gourhan, A.; Menéndez de la Hoz, M. & Ortea, J.A. 1983. Excavaciones en la cueva de La Riera (1976-1979): un estudio inicial. *Trabajos de Prehistoria*, 40: 9-58.
- Suárez Antuña, F.; Herrán Alonos, M. & Ruiz Fernández, J. 2005. *Ería*, 68: 373-389.
- T**inner, W. & Lotter, A.F. 2001. Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. *Geology*, 29 (6): 551-554.

- Tinner, W. & Lotter, A.F. 2006. Holocene expansions of *Fagus sylvatica* and *Abies alba* in Central Europe: where are we after eight decades of debate? *Quaternary Science Reviews*, 25: 526-549.
- Torre Fernández, F. de la. 2003. Las plantas invasoras en Asturias. *Naturalia Cantabrica*, 2: 33-43.

Ubera, J.L.; Galán, C. & Guerrero, F.H. 1988. Palynological study of the genus *Plantago* in the Iberian Peninsula. *Grana*, 27: 1-15.

- Uzquiano, P. 1990. La transition tardiglaciare/postglaciare dans la Cordillère Cantabrique (Asturias et Cantabria), d'après l'analyse anthracologique. *Botánica pirenaico-cantábrica*: 469-476.
- Uzquiano, P. 1992. The Late Glacial/Postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabria, Spain) based on charcoal analysis. *Palaios*, 7: 540-547.
- Uzquiano, P. 1995. L'évolution de la végétation à l'holocène initial dans le nord de l'Espagne à partir de l'étude anthracologique de trois sites archéologiques. *Quaternaire*, 6 (2): 77-83.

Valero-Garcés, B.L.; Navas, A.; Machín, J.; Stevenson, T. & Davis B. 2000. Responses of a saline lake ecosystem in a semiarid region to irrigation and climate variability. *Ambio*, 29: 344-350.

- van der Wiel, A.M. 1983. A palaeological study of a section from the foot of the hazendonk (Zuid-Holland, The Netherlands), based on the analysis of pollen, spores and macroscopic plant remains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 35-90.
- van Geel, B. 1976. *A paleoecological study of Holocene peat bog sections, based on the analysis of pollen, spores and macro and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals*. Academisch proefschrift, Hugo de Vries laboratorium, Universitet van Amsterdam.
- van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25: 1-120.
- van Geel, B. 2001. Non-pollen palynomorphs. En: Smol, J.P.; Birks, H.J.B. & Last, W.M. (eds.), *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*, pp. 99-119. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- van Geel, B. 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, 82 (3-4): 313-329.
- van Geel, B. & Berglund, B.E. 2000. A causal link between a climatic deterioration around 850 cal BC and a subsequent rise in human population density in NW-Europe? *Terra Nostra*, 7: 126-130.
- van Geel, B.; Bohncke, S.J.P. & Dee, H. 1981. A palaeoecological study of an upper Late Glacial and Holocene sequence from "De Borchert", The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31: 367-448.

9. Referencias bibliográficas

- van Geel, B.; Bos, J.M. & Pals, J.P. 1983a. Archaeological and palaeoecological aspects of a medieval house terp in a reclaimed raised bog area in North Holland. *Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz.*, 33: 419-444.
- van Geel, B.; Buurman, J.; Brinkkemper, O.; Schelvis, J.; Aptroot, A.; van Reenen, G. & Hakbijl, T. 2003. Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30: 873-883.
- van Geel, B.; Buurman J. & Waterbolk, H.T. 1996. Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in The Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. *Journal of Quaternary Science*, 11: 451-460.
- van Geel, B.; Coope, G.R. & Hammen, T. van der. 1989. Palaeoecology and stratigraphy of the Late-glacial type section al Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60: 25-129.
- van Geel, B.; Hallewas, D.P. & Pals, J.P. 1983b. A Late Holocene deposit under the Westfriesse Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of N-Holland, The Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 269-335.
- van Geel, B., Heusser, C.J.; Renssen, H. & Schuurmans, C.J.E. 2000. Climatic change in Chile at around 2700 BP and global evidence for solar forcing: a hypothesis. *The Holocene*, 10 (5): 659-664.
- van Geel, B.; Mur, L.R.; Ralska-Jasiewiczowa, M. & Goslar, T. 1994. Fossil akinetes of *Aphanizomenon* and *Anabaena* as indicators of medieval phosphate-eutrophication of Lake Gosciaz (Central Poland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 83 (1-3): 97-105.
- Vegas, J. 2007. Caracterización de eventos climáticos del Pleistoceno Superior-Holoceno mediante el estudio sedimentológico de la Laguna Grande (Sierra de Neila, NO Sistema Ibérico). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 20 (1-2): 53-70.
- Vegas, J.; Pérez-González, A.; Ruiz Zapata, M.B.; López, M.J.; Pollard, J.P.; López Sáez, J.A.; Dorado, M.; Gil-García, M.J.; Valdeolmillos, A.; McIntosh, G.; Osete, M.L.; Uzquiano, P. & Delgado, A. 2001. Environmental events occurred during the Holocene in Laguna Grande and Laguna del Hornillo lacustrine records. Northwestern of the Iberian Range (Spain). En: *Terra Nostra. Intercomparison among the Mediterranean Holocene lacustrine sequences: Temporal and spatial extension of environmental short events*. Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 2001/2, Institute of Earth Science (Jaume Almera), CSIC, Girona, 57-60.
- Vicent, J.M. 1988. El origen de la economía productora. Breve introducción a la Historia de las Ideas. En: López García, P. (Coord.), *El Neolítico en España*, pp. 11-58. Ed. Cátedra, Madrid.
- Vicent, J.M. 1991. El Neolítico. Transformaciones sociales y económicas. *Boletín de Antropología Americana*, 24: 31-61.
- Villa Valdés, A. 2002. Estudio cronoestratigráfico relativo al los testimonios de actividad metalúrgica con materiales preciosos en el castro de Chao Samartín, Grandas de Salime (Asturias). *I Symposium Internacional sobre tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Madrid, 23-25 octubre.

- von Grafenstein, U.; Erlenkeuser, H.; Muller, J.; Jouzel, J. & Johnsen, S. 1998. The cold event 8200 years ago documented in oxygen isotope records of precipitation in Europe and Greenland. *Climate Dynamics*, 14: 73-81.
- Vuorela, I. 1995. Two examples on pollen analysis as a key to the history of a wreck. *Pact*, 47: 91-94.

- W**anner, H.; Beer, J.; Bütikofer, J.; Crowley, T.J.; Cubasch, U.; Flückiger, J.; Goosse, H.; Grosjean, M.; Joos, F.; Kaplan, J.O.; Küttel, M.; Müller, S.A.; Prentice, I.C.; Solomina, O.; Stocker, T.F.; Tarasov, P.; Wagner, M. & Widmann M. 2008. Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews*, 27: 1791-1828.
- Watt, A.S. 1923. On the ecology of British beechwoods with special reference to their regeneration. Part I. The cause of failure of natural regeneration of the beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Ecology*, 70: 350-56.
- Watts, W.A.; Allen, J.R.M.; Huntley, B. & Fritz S.C. 1996. Vegetation history and climate of the last 15,000 years at Laghi di Monticchio, Southern Italy. *Quaternary Science Reviews*, 15: 113-132.
- Weiss, H. & Bradley, R.S. 2001. What drives societal collapse? *Science*, 291: 609-610.
- Wiersma, A.P. & Renssen, H. 2006. Model-data comparison for the 8.2 ka BP event: confirmation of a forcing mechanism by catastrophic drainage of Laurentide Lakes. *Quaternary Science Reviews*, 25: 63-88.
- Williams, M.; Dunkerley, D.; Deckker, P. de; Kershaw, P. & Chappell, J. 2003. *Quaternary Environments*. 2nd Edn. Arnold, London.
- Wolfe, A.P. 1995. Rarefaction Analysis and microfossil count size. *INQUA Working Group on Data-Handling Methods, Newsletter*, 13: 1-3.
- Wright, H.E. & Patten, H.J. 1963. The pollen sum. *Pollen et spores*, 5 (2): 445-450.

- Z**anchetta, G.; Drysdale, R.N.; Hellstrom, J.; Fallick, A.E.; Isola, I.; Gagan, M.K. & Pareschi, M.T. 2007. Enhanced rainfall in the Western Mediterranean during deposition of sapropel S1: stalagmite evidence from Corchia cave (Central Italy). *Quaternary Science Reviews*, 26: 279-286.
- Zapata, L. 1999. *La explotación de los recursos vegetales y el origen de la agricultura en el País Vasco: análisis arqueobotánico de macrorrestos vegetales*. Tesis doctoral. Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Vitoria-Gasteiz.
- Zapata, L. 2000. La recolección de las plantas silvestres en la subsistencia mesolítico y neolítica. *Complutum*, 11: 157-169.
- Zapata, L. 2002. Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: Análisis de restos vegetales arqueológicos. *Kobie*, Anejo 4. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.
- Zapata, L.; Peña-Chocarro, L.; Pérez Jordá, G. & Stika, H-P. 2005. Difusión de la agricultura en la Península Ibérica. En: Arias cabal, P.; Ontañón Peredo, R. & García-Moncó Piñeiro

9. Referencias bibliográficas

(eds.), *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*, Santander, 5 a 8 de octubre de 2003. Universidad de Cantabria, Santander.

Zapata, L., Peña-Chocarro., L.; Pérez-Jordá, G. & Stika, H-P. 2004. Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula. *Journal of World Prehistory*, 18 (4): 283-325.