

DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN DURANTE EL TARDIGLACIAR Y EL HOLOCENO EN LA SIERRA DE CAMEROS (LA RIOJA, ESPAÑA). IMPLICACIONES CLIMÁTICAS Y ANTRÓPICAS*

GIL GARCÍA, M.J.¹ Y RUIZ ZAPATA, M.B.¹

RESUMEN

El estudio de tres secuencias polínicas obtenidas en depósitos de turba de la Sierra de Cameros (Sistema Ibérico) ha permitido detectar una sucesión de fases, de la dinámica de la vegetación como respuesta a los cambios climáticos durante los últimos 14.000 años.

Durante el evento del Dryas Antiguo, se observa un paisaje muy abierto dominado por taxones herbáceos, con *Pinus* como único taxón arbóreo de importancia. El paisaje vegetal durante el interestadio Tardiglaciario (13.000- 11.000 años BP) se corresponde con un bosque de coníferas y un bosque mixto con presencias de *Quercus* perennifolia. Entre el final del Último Glaciario y el inicio del Holoceno se detecta una nueva fase fría y seca, que se asigna al evento conocido como Dryas Reciente (11.000-10.000 años BP), durante el cual se produce una importante reducción del bosque.

El inicio del Holoceno se caracteriza por un incremento de las temperaturas cuyo resultado es la expansión de los elementos arbóreos, alcanzando su máximo en el Óptimo Climático Holoceno. Posteriormente estos bosques van evolucionando hacia otros de carácter más mediterráneo y de menor cobertura, como consecuencia de la instalación de unas condiciones más secas. Al final de Holoceno se evidencia un importante impacto antrópico en la zona.

Se han detectado distintas fases de implantación de cultivos en la cuenca del río Iregua: una primera con presencia de *Castanea* y *Juglans*, una segunda con *Vitis* y *Olea*, y una tercera en la que se observa el desarrollo acentuado de cereales.

Palabras Clave: Polen, Tardiglaciario, Cambios climáticos, Sistema Ibérico.

*. Registrado el 27 de enero de 2004. Aprobado el 31 de marzo de 2005.

1. Área de Paleontología. Departamento de Geología. Campus Universitario. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá.

ABSTRACT

The study of three peat bogs located at the Sierra de Cameros unravelled the paleovegetation and climate changes since Late-glacial times of the Sierra de Cameros (Iberian Range, north-central Spain). Pollen zones have been defined corresponding to successive phases in vegetation history during the end of the Late Würm (Oldest Dryas, Late-glacial interstadial, Younger Dryas) and the Holocene.

During the Oldest Dryas event, there was a sparse vegetation cover dominated by herbaceous taxa, with Pinus as the unique arboreal taxon with some importance. The vegetation landscape during the Late-glacial interstadial (13,000-11,000 yr BP) corresponded to coniferous forest and mixed forest, including the presence of evergreen Quercus. Between the Late-glacial and the Holocene, a brief cooler and drier phase occurred, the Younger Dryas event (11,000-10,000 yr BP). During this period an important reduction of the tree masses characterized the evolution of the landscape.

The Holocene began with a period of increasing temperature that resulted in an expansion of the arboreal elements, which reached their highest representation during the Holocene. This type of forest changed into a more Mediterranean-type forest, characteristic to more arid conditions occurred. Within the Late Holocene, clear evidence of the human impact on the environment are detected.

The first cultivated plants introduced in the Iregua river basin were Castanea and Juglans. Afterwards, Vitis and Olea were found and, finally, a marked development of cereals is observed

Key Work: Pollen, Late-Glacial, Climatic changes, Iberian Range.

0. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados del estudio palinológico de tres depósitos de turba ubicados en la Sierra de Cameros (La Rioja): Hoyos de Iregua (HI), Laguna Nava (LN) y Trampal de Nieva (TN), situados a 1.780 m, 1.190 m y 1.100 m.

La Sierra de Cameros, se localiza en el Sector Nor-Occidental del Sistema Ibérico; se trata de una alineación montañosa de dirección general W-E, cuya línea de cumbres coincide ~30 Km- con la divisoria administrativa de las provincias de La Rioja (a la que pertenece su vertiente septentrional) y Soria (Ortigosa Izquierdo, 1985, 1986). En sus cumbres se conserva una densa y variada morfología glaciar, cuyas formas más frecuentes son los circos (Alonso Otero, 1982; Sanz Pérez y Pellicer Corellana, 1994), los cuales han funcionado, tras la retirada de los hielos, como lagos actualmente colmatados por turba.

Desde un punto de vista climático, actualmente la zona recibe influencias atlánticas procedentes del Cantábrico, que llegan tras atravesar los obstáculos montañosos intermedios (montes Vascos y Obarenses), y se van debilitando hacia el SE debido fundamentalmente al efecto Föhn. Pese a ello, el clima dominante en esta sierra

es de tipo continental, con primaveras y otoños cortos, veranos no muy calurosos e inviernos largos y rigurosos.

Este estudio contribuye a ampliar los conocimientos paleobotánicos y paleoclimáticos de esta zona del Sistema Ibérico, así como analizar la estrecha relación existente entre la dinámica de la vegetación y los cambios climáticos. En este sentido, se han podido detectar las crisis climáticas correspondientes al Dryas Antiguo, Dryas Reciente y Óptimo Climático Holoceno, así como la intensidad y modalidad de la actividad antrópica. Del mismo modo se han puesto de manifiesto las particularidades del área, en cuanto a la evolución de la vegetación

1. MATERIAL Y MÉTODOS

Las secuencias analizadas (Fig. 1) corresponden a depósitos de turba; la denominada Hoyos de Iregua (HI) corresponde al relleno de un circo glaciar; mientras que en el caso del Trampal de Nieva (TN) y la Laguna Nava (LN) se trata de depre-

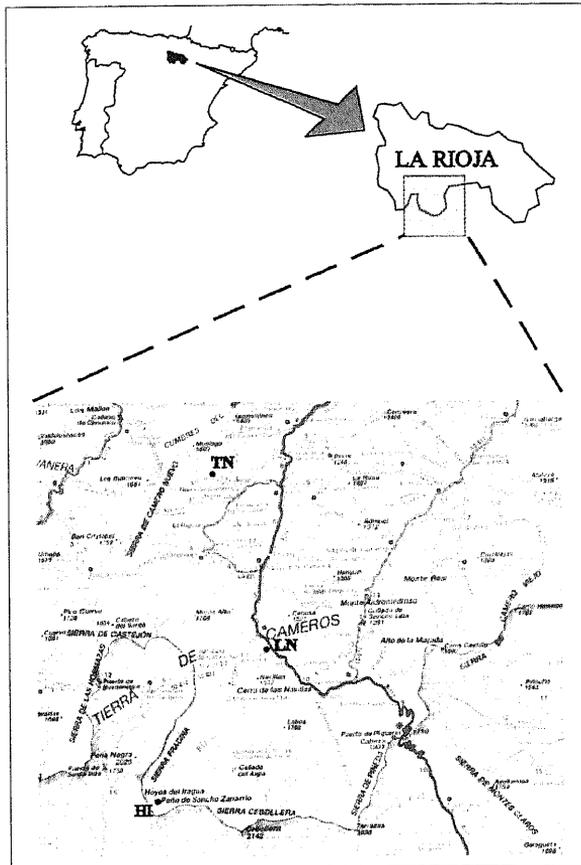


FIGURA 1 .- *Situación geográfica de los depósitos estudiados.*

siones locales de ladera. Estas últimas son de escasa extensión y se encuentran situadas sobre un sustrato prácticamente impermeable que ha favorecido su conservación. El estancamiento del agua, el frío y la prolongada cobertura nival propician el desarrollo de suelos con caracteres turbosos o rasgos hidromorfos en este tipo de emplazamientos.

El muestreo de los depósitos turbosos se realizó mediante el empleo de una sonda manual tipo Rusa, en el caso de Hoyos de Iregua y Laguna Nava, alcanzándose una profundidad de 400 y 145 cm respectivamente. Para la extracción de muestras del depósito del Trampal de Nieva se realizó mediante el empleo de una sonda mecánica (Eijkelkemp) alcanzando una profundidad de 500 cm, no muestreándose los 100 cm más superficiales ya que existían indicios de estar removidos.

Las muestras fueron sometidas a los tratamientos físico-químicos clásicos (Coûteaux, 1977; Goeury y Beaulieu, 1979; Moore et al., 1991) para la extracción de los granos de polen.

Los datos de polen se presentan como frecuencia relativa de polen de cada taxón en un diagrama polínico (Figuras 2, 3 y 4) elaborado mediante los programas informáticos TILIA® y TILIA GRAPH® (© Eric C. Grimm). Las frecuencias relativas de taxones arbóreos y herbáceos se calcularon a partir del total excluyendo el polen de la vegetación acuática. La zonación polínica se ha realizado en función de los cambios observados en la representación de al menos dos taxones ecológicamente significativos.

Se han realizado dataciones radiométricas de ^{14}C (Beta Analytic Inc., Miami, Florida, EEUU) cuyos datos todos ellos en muestras de sedimento, se muestran en la Tabla siguiente:

Depósito	Nº de Referencia	Profundidad (cm)	Año ^{14}C (sin calibrar)
HI	Beta- 76861	395 - 400	13.730±60 BP
HI	Beta- 83915	290-295	12.970±70 BP
HI	Beta- 76860	105-110	5.060±90 BP
TN	Beta-110843	490 - 495	5.610±60 BP
TN	Beta- 111769	420 - 425	1.310±40
LN	Beta- 68322	95 - 100	520±60

2.- RESULTADOS

2.1. DEPÓSITO HOYOS DE IREGUA (HI)

Esta secuencia aporta información de la dinámica de la vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno. Basándonos en la estratigrafía polínica, las dataciones ^{14}C de las que disponemos y la comparación con las secuencias obtenidas para el Norte

de La Península Ibérica (Gómez-Lobo, 1993; Maldonado, 1994; Peñalba *et al.*, 1997; Ramil Rego *et al.*, 1994, 1998; Gil García *et al.*, 2002) se han identificado siete zonas (Fig. 2).

La zona I de 280 a 400 cm se ubica entre los 13.730 ± 60 y 12.970 ± 70 años; caracterizada por una escasa cubierta vegetal, representa un paisaje abierto dominado por taxones herbáceos como Poaceae, Caryophyllaceae, *Artemisia* y Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Pese a la escasa presencia de taxones arbóreos, *Pinus* mantiene una curva constante con valores próximos al 40%. Esta zona correspondería al evento conocido como Dryas Antiguo, definido por la instalación de condiciones climáticas muy frías, en este caso con temperaturas algo más altas que en la mayor parte de Europa por la situación meridional de la Península Ibérica, y con un elevado grado de aridez. La litología indica un periodo con elevada erosión, que estaría de acuerdo con la escasa cubierta vegetal que indican los datos polínicos.

La zona II (250 a 280 cm), viene marcada por un detrimento de los taxones herbáceos y una neta progresión de los taxones arbóreos, con *Pinus* y *Betula* como elementos dominantes. También están presentes, aunque en menor proporción taxones termófilos como *Quercus* caducifolio (*Quercus-c*), *Corylus* y *Quercus* perennifolio (*Quercus-p*) que se localizarían durante este periodo en las tierras bajas y en montañas con influencia oceánica. Esta zona correspondería con el interestadio Tardiglaciario. La dinámica es muy similar a la que muestran los diagramas de las montañas del noroeste ibérico (Ramil Rego *et al.*, 1998), ya que se produce la temprana expansión de *Pinus*, el cual pierde importancia ante el abedul en las montañas occidentales. Sin embargo, los valores de *Pinus* en nuestro depósito se mantienen. La litología en esta zona polínica se corresponde con turba, indicadora de alto contenido orgánico de acuerdo con la existencia de una mayor cubierta vegetal en las inmediaciones del depósito.

La zona III de 225 a 250 cm, está caracterizada nuevamente por la reducción de los taxones arbóreos y el incremento de los herbáceos. El descenso de arbóreos afecta principalmente a *Pinus* y *Betula*. Están presentes, aunque con menores porcentajes que en la zona anterior, *Corylus* y *Quercus-c*. Resulta significativa la expansión de la vegetación herbácea fundamentalmente *Artemisia* y Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Cronológicamente esta zona se corresponde con el evento Dryas Reciente, caracterizado por un clima frío y árido. El incremento en la tasa de sedimentación durante este evento, de arcilla gris, podría indicar la reducción de la cubierta vegetal.

El inicio del Holoceno está caracterizado por el incremento generalizado de las temperaturas (Duplessy *et al.*, 1981; Ruddiman y McIntyre, 1981; Atkinson *et al.*, 1987; Bard *et al.*, 1987; Guiot, 1987). En la secuencia polínica de Hoyos de Iregua este periodo está representado por las zonas IVa y IV b. En la zona IVa, se observa una expansión de *Betula*, tal vez en respuesta a una mayor influencia oceánica, como sucede en la Sierra de la Estrella, Queixa Manzaneda y en las vertientes meridionales de la Cordillera Cantábrica (Maldonado Ruiz, 1994). También se observa el incremento de *Quercus-c*, *Corylus* y *Fagus*. La zona IVb representa un nuevo retroceso de la vegetación arbórea (*Betula*, *Pinus* y *Quercus-c*) y una expansión de la vegetación herbácea fundamentalmente *Artemisia*, Poaceae y Caryophyllaceae. Esta zona polínica representa un nuevo empeoramiento de las condiciones climáticas aunque no tan significativo como el Dryas Reciente.

La zona V representa el Óptimo Climático Holoceno caracterizado en nuestra secuencia por un buen desarrollo del bosque, con valores próximos al 80%, siendo elementos dominantes *Pinus* y *Betula*. A menores altitudes se encontrarían las formaciones de *Quercus-c*, *Corylus*, *Salix* y *Quercus-p*. El dominio arbóreo se observa en todas las secuencias del norte de la Península Ibérica (Van Mourik, 1986; Gómez Lobo, 1993; Pérez-Obiols y Julià, 1994; Allen *et al.*, 1996; Peñalba *et al.*, 1997; Ramil Rego *et al.*, 1998) y en el suroeste de Europa (Jalut, 1977; Reille *et al.*, 1985; Van den Brink y Janssen, 1985; Pons *et al.*, 1992; Reille y Andrieu, 1995). En esta zona es donde comienza la curva continua de *Fagus*, que pone de manifiesto la existencia de refugios para el haya en algunos puntos del Sistema Ibérico, a partir de los cuales se produciría su expansión. El incremento de taxones higrófitos como *Polygonum* y Ranunculaceae, indicarían un mayor de agua, siendo extensa la zona inundada, lo que estaría de acuerdo con el incremento de las precipitaciones (Aira Rodríguez, 1986; Ramil Rego, 1992; Maldonado, 1994).

La zona VI, con una datación en la base de 5.060±90 años BP, corresponde con el Holoceno Medio y Final. La secuencia polínica muestra la tendencia al retroceso arbóreo que va a afectar a todas las formaciones existentes en distinto grado, pero fundamentalmente a *Pinus*, *Betula* y *Corylus*. Este hecho indica un pequeño cambio en las características climáticas con tendencia hacia unas condiciones más secas. La cubierta vegetal en las inmediaciones de la turbera es más abierta que en el episodio anterior. Ericaceae y los taxones herbáceos como Poaceae, *Artemisia*, Asteraceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Fabaceae y *Plantago* se extienden sobre los claros del bosque. En cotas inferiores se mantendría un bosque mixto, menos desarrollado formado por *Fagus*, *Betula*, *Quercus-c*, *Corylus*, *Acer*, *Castanea* y *Alnus*. También se observa el inicio de la curva continua de Cerealia y la presencia de *Vitis*.

Finalmente, zona VII, desarrollada durante el Holoceno Final, muestra una situación muy semejante a la actualidad, en líneas generales, con un incremento de *Pinus*, posiblemente como consecuencia de las repoblaciones realizadas en la zona. Se mantiene el declive de *Betula*, *Acer*, *Alnus* y *Corylus*, mientras que la curva de *Fagus* indica que este taxón se queda refugiado en los fondos de valle o cuencas de recepción de los distintos barrancos. Los porcentajes alcanzados por *Olea*, *Vitis* y Cerealia indican la presencia generalizada de sus cultivos en la cuenca baja del río Iregua.

2.2. DEPÓSITO TRAMPAL DE NIEVA (TN)

El diagrama polínico del Trampal de Nieva muestra en las cuatro zonas polínicas definidas la historia de la vegetación en la zona durante los últimos 5.000 años (Fig. 3).

En la zona I (440 a 500 cm), se observa un claro dominio del bosque, que refleja su existencia en las inmediaciones del depósito, se trata de un bosque mixto denso en el que existirían numerosos elementos mesófilos, fundamentalmente *Corylus*, *Tilia* y *Betula* y también se encontrarían presentes *Pinus*, *Quercus-c*, *Fagus* y *Salix*. Todo ello indica unas condiciones climáticas húmedas y templadas favorables para la formación de bosques, típicas del Óptimo Climático Holoceno.

En la zona II, alrededor de los 1.310±40 años BP se observa un declive de la vegetación arbórea, al tiempo que se aprecia una sustancial diferencia en la composición de la misma. Todo ello coincide con el cambio de litología que pasa de ser arcilla gris a turba lo que hace pensar en la existencia de un hiato sedimentario, aunque no se descarta el rejuvenecimiento de la muestra. El diagrama registra la reducción de taxones mesófilos, más drástica en el caso de *Quercus-p* que llega a desaparecer, indicando una ligera bajada de las temperaturas. Pese a ello la composición refleja el desarrollo de un bosque mixto, más abierto que durante el episodio anterior, formado por *Fagus*, *Pinus*, *Corylus*, *Betula*, *Tilia* y *Quercus-c*.

En la zona III (215 a 330 cm) se observan fluctuaciones bruscas y rápidas en la cubierta arbórea, pero con una tendencia general hacia la recuperación del bosque. El paisaje estaría ocupado por *Fagus* y *Pinus* con presencias de taxones propios de bosque mixto como *Betula*, *Corylus*, *Fraxinus* y *Quercus-c*. Puede apreciarse un retroceso de *Tilia* así como la expansión de *Quercus-p*.

Con posterioridad se produce una ligera recuperación del bosque en el cual *Fagus*, *Corylus* y *Betula* se expanden mientras que simultáneamente *Pinus* va reduciendo sus porcentajes. En los últimos espectros de esta zona se observa un brusco descenso de los taxones arbóreos que podría ser debido a la denominada «Pequeña Edad Glaciar» (PEG), ampliamente documentada a nivel histórico.

Finalmente en la zona IV se detecta de una forma clara los efectos de la influencia antrópica, inferidos por los bajos porcentajes de los elementos arbóreos, fundamentalmente *Betula* y *Corylus*, mientras que *Fagus* y *Pinus* siguen siendo elementos importantes. El espacio dejado por el progresivo aclarado de la cubierta arbórea es ocupado principalmente por arbustos como Ericaceae y Rosaceae. A ello se une la mejor representación de taxones indicadores de actividad agrícola como *Castanea*, *Olea*, Cerealia y *Vitis*.

2.3. DEPÓSITO DE LAGUNA NAVA (LN)

La información que aporta del depósito de Laguna Nava a partir de las tres zonas polínicas corresponde al Holoceno final. En la zona polínica I (120 a 145 cm) se observa un predominio de la vegetación herbácea, quizás como consecuencia de un incendio local importante, ya que se han detectado numerosas partículas de carbón en las preparaciones. Esta zona se podría situar históricamente en el último periodo de la dominación romana en la Península Ibérica. Tras este episodio se instala en la zona un bosque local formado por *Betula* y *Fagus*, en el que se encuentra presente *Ilex* y con menores porcentajes *Pinus* y *Quercus-c*.

En la zona II (35 a 120 cm) la característica general es el retroceso de la vegetación arbórea, tanto de *Fagus*, *Quercus-c* como de *Betula*, quedando este último reducido a sólo presencias. Esta deforestación parece ser debida a la actividad humana dado el incremento que se produce de taxones ruderales. Dicha actividad es más que probable que iría encaminada principalmente a la obtención de pastos para el ganado, mediante la tala o quema de la cubierta forestal, sin desechar que el clima pudiera ser responsable de la eliminación, de forma selectiva, de algunos taxones. En este periodo histórico (s. XIII a XVI) tiene lugar un gran desarrollo de la ganadería en las sierras riojanas en general, y en la zona de la Sierra de Cameros en particular, ganadería que ya antes de estas fechas era una actividad en constan-

te incremento (Gómez Urdañez, 1983). Hay que añadir que en esta zona se observan las primeras apariciones de *Olea*, *Vitis* y *Castanea*, lo que indicaría el inicio de cultivos en el valle.

Un nuevo incremento de los porcentajes de taxones arbóreos se detecta en la zona III debido al aumento de *Pinus*, sin duda a causa de las repoblaciones llevadas a cabo en la zona. La comarca goza de una gran tradición maderera, basada en la explotación de los pinares de *Pinus sylvestris*, cuya expansión se habría visto favorecida en detrimento de los robledales y hayedos. Finalmente se detecta la existencia de curvas constantes y con mayores porcentajes de *Olea*, *Vitis* y *Castanea* lo que evidenciaría un incremento de la actividad agrícola en el valle. Puede detectarse tres fases de cultivos: una primera con presencia de *Castanea* y *Juglans*, una segunda con *Vitis* y *Olea*. En la tercera se observa un desarrollo claro de Cerealia.

3 - CONCLUSIONES

El estudio comparado de las tres secuencias polínicas nos ha permitido conocer la dinámica de la vegetación de la transición entre el Último Máximo Glaciar y el actual Interglaciar, así como durante el Holoceno en la zona.

Se han detectado dos fases frías en el Último Glaciar, Dryas Antiguo y Dryas Reciente, separadas por una fase de mejora climática, que está en consonancia con los modelos globales y con la mayor parte de las secuencias polínicas del suroeste de Europa.

Durante el Dryas Antiguo, la vegetación estaba formada por *Pinus* y elementos estépico con espacios abiertos que favorecieron la erosión, bajo unas condiciones climáticas frías y áridas. Alrededor de 12.970±70 años BP, el incremento de los taxones templados y el desarrollo de una cubierta vegetal extensa, marcarían la existencia de una mejora en las condiciones climáticas. La segunda fase fría, Dryas Reciente, induce a un declive de los elementos templados y a un incremento de *Pinus* y elementos estépico. La expansión de espacios abiertos promueve nuevamente el incremento de la erosión durante este evento.

El Holoceno caracterizado por el incremento de las temperaturas y de la precipitación favorece la expansión de la vegetación templada, después de un rápido y breve empeoramiento, que produce un incremento de la vegetación estépica.

El Óptimo Climático Holoceno, está caracterizado por un importante desarrollo de la vegetación arbórea constituida por *Pinus*, *Quercus*-c y elementos templados. Estas condiciones climáticas persisten hasta 5.060±90 años BP, momento a partir del cual se detecta el cambio hacia condiciones más áridas. Esto favorece la expansión de los elementos estépico (especialmente en altas latitudes) y el desarrollo de una vegetación de carácter mediterráneo, durante el Holoceno Medio. Pese a ello, en este periodo hay un dominio de *Betula*, en altitudes menores (TN y LN), donde progresivamente va siendo sustituido por *Fagus*, lo que estaría de acuerdo con el carácter pionero de este *Betula*, como colonizador de espacios abiertos.

Durante el Holoceno Final las tres secuencias evidencian el impacto antrópico en el medio, mostrando una dinámica global muy semejante, pese a la existencia

de particularidades en cada zona. Esta actividad estaría centrada fundamentalmente en una deforestación importante, siendo más marcada en los situados a menor altitud, lo que provoca de modo general la degradación del bosque caducifolio original por un pinar poco denso. De tal manera que el protagonismo de *Betula* y *Fagus* va a ser sustituido por *Quercus* y *Pinus*, es decir, se aprecia un tránsito hacia el bosque de carácter mediterráneo. Por otro lado, se han podido observar tres fases de cultivos: una primera con presencia de *Castanea* y *Juglans*, una segunda con *Vitis* y *Olea*; y la tercera con un desarrollo claro de Cerealia.

Finalmente se detecta una situación similar a la actual, con incremento de *Pinus*, como consecuencia de las repoblaciones, con descenso de Ericaceae y mayor desarrollo de *Juniperus*. Así mismo, *Betula* y *Fagus* gozan de un ligero desarrollo, todo ello debido a la menor acción antrópica encaminada al pastoreo de la zona, aunque no su abandono.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Instituto de Estudios Riojanos y por la Universidad de Alcalá en el marco del proyecto UAH2002/009.

BIBLIOGRAFÍA

- Aira Rodríguez, M.J., 1986. Contribución al estudio de suelos fósiles de Montaña y antropógenos de Galicia, por análisis polínico. *Tesis Doctoral*. Universidad de Santiago. Santiago de Compostela (Inédita).
- Alonso Otero, F., 1982. Observaciones sobre la morfología glacial de la Sierra de Teleno. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. (2), 85-99.
- Allen, J.R.M., Huntley, B., Watts, W.A., 1996. The vegetation and climate of north-west Iberia over the last 14.000 yr. *Journal Quaternary Science*. (11), 125-147.
- Atkinson, T.C., Briffa, K.R., Coope, G.R., 1987. Seasonal temperatures in Britain during the past 22,00 years, reconstructed using beetle remains. *Nature*. (325), 567-592.
- Bard, E., Arnold, M., Maurice, P.; Duprat, J., Moyes, J., Duplessy, J.C., 1987. Retreat velocity of northern Atlantic polar front during the last deglaciation determined by ^{14}C accelerator mass spectrometry. *Nature*. (325), 791-794.
- Coûteaux, M., 1977. A propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques. En: Le Milieu Végétal, les faunas et l'Homme. *Supplément Bulletin A.F.E.Q.* (47), 259-276.
- Duplessy, J.C., Delibrias, G., Turon, J.L., Pujol, C., Duprat, J., 1981. Deglacial warming of the northeastern Atlantic Ocean: correlation with the palaeoclimatic evolution of the European continent. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. (35), 121-144.
- Goëury, CL., Beaulieu, J.L., 1979. Á propos de la concentration du pollen à l'aide de

- la liquer de Thoulet dans les sediments minéraux. *Pollen et Spores*. (21), 239-251.
- Gómez Urdañez, J.L., 1983. Edad Moderna. Los Reyes Católicos. *Historia de La Rioja* (3), 8-19.
- Gómez-Lobo Rodríguez, A., 1993. Historia de la vegetación durante los últimos 15.000 años en los Picos de Urbión (Soria) en base al análisis polínico. *Tesis Doctoral*. Universidad de Alcalá (Inédita).
- Gil García, M.J., Dorado Valiño, M., Valdeolmillos Rodríguez, A., Ruiz Zapata, M.B., 2002. Late-glacial and Holocene paleoclimatic record from Sierra de Cebollera (northern Iberian range, Spain). *Quaternary International*. (93-94), 13-18.
- Guiot, J., 1987. Late Quaternary climatic changes in France estimated from multivariate pollen time series. *Quaternary Research*. (28), 100-118.
- Jalut, G., 1977. *Végétation et climat des Pyrénées méditerranéennes depuis quinze mille ans*. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. Archives d'Écologie Préhistorique. Toulouse.
- Maldonado Ruiz, J., 1994. Evolución Tardiglaciario y Holoceno de los macizos del Noroeste Peninsular. *Tesis Doctoral*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. (Inédita).
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. *Pollen analysis* (Second edition). Oxford. Blackwell.
- Ortigosa Izquierdo, L.M., 1985. Los glaciares rocosos de la Sierra de Cebollera. En: *Actas I Coloquio sobre Geografía de La Rioja (Geografía Física)*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño pp. 55-67.
- Ortigosa Izquierdo, L.M., 1986. *Geomorfología glaciar de la Sierra de Cebollera (Sistema Ibérico)*. Ciencias de la Tierra, Geografía 7, Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.
- Peñalba, M.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), 205-214.
- Pérez-Obiols, R., Julià, R., 1994. Climatic changes on the Iberian Peninsula recorded in 30,000 yr pollen record from lake Banyoles. *Quaternary Research*. (41), 91-98.
- Pons, A., Guiot, J., de Beaulieu, J.L., Reille, M., 1992. Recent contributions to the climatology of the last glacial-interglacial cycle based on French pollen sequences. *Quaternary Science Review*. (11), 439-448.
- Ramil Rego, P., 1992. La vegetación cuaternaria de las sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico. *Tesis Doctoral*. Facultad de Biología. Universidad de Santiago. Santiago de Compostela. (Inédita).
- Ramil Rego, P.; Aira-Rodríguez, M.J., Toboada, T., 1994. Análisis polínico y sedimentológico de dos turberas en las Sierras Septentrionales de Galicia (N.O. de España). *Review Paleobiology*. (12), 9-28.

- Ramil Rego, P., Muñoz Sobrino, C., Rodríguez- Guitián, M., Gómez Orellana, L., 1998. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16,000 year. *Plant Ecology*. (138), 41-62.
- Reille, M.; de Beaulieu, J.L, Pons, A., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézaillier, de la Pllanèze de St_Flour et de la Margeride (Massif Central, France). *Pollen et Spores*. (99_100), 13_17.
- Reille, M., Andrieu, V., 1995. The late Pleistocene and holocene in the Lourdes Basin, Western Piréneés, France: new pollen analytical and chronology data. *Vegetation History Archaeobotany*. (4), 1_21.
- Ruddiman, W.F., McIntyre, A., 1981. The mode and mechanism of the last deglaciation: oceanic evidence. *Quaternary Research*. (16), 125-134.
- Sanz Pérez, E., Pellicer Corellana, F., 1994. El periglaciario de la Sierra de Cebollera (Soria y La Rioja). *Cuaternalario y Geomorfología*. (8), 123_138.
- Van den Brink, L.M., Janssen, C.R., 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra de Estrela, Portugal. *Review Palaeobotany Palynology*. (44), 193_215.
- Van Mourik, J.M., 1986. Pollen profiles of slope deposits in the Galician area (N.W. Spain) *Ned. Geogr. Stude*. (12), 1_171.