

Evolución postglaciar de la laguna de Villaseca (NW de la Península Ibérica) a partir del análisis de diatomeas

Postglacial evolution of the Lake of Villaseca (NW Iberian Peninsula) inferred from diatom analysis

LEIRA, M.; BAO, R.; VIDAL-ROMANÍ, J. R.

The lake of Villaseca is located in the foothills of the southern Cantabrian Mountains, nearby Villaseca de Laciana (León, NW Iberian Peninsula). This lake has a glacier origin and has been formed due to the obstruction of a lateral moraine of the glacier tongue that will be canalized through the Valley of Brañas de Roble. Once discovered during the Late Glacial (over 23,000 years), the little basin began to work as a catchment area. A 893 cm length record has been studied. It shows the postglacial evolution of the lake. Most part of this record (between 260-893 cm) is represented by a detritic varved sedimentation, where the absence of diatoms is clear, although the pollen record is continuous all through the sequence. In this period, the paleolimnological reconstruction can't be done, because the grains of pollen in the sediment proceed from an alloctonous source and they only reflect the landscape in the surroundings of the lake.

With the beginning of the Late Glacial the lake of Villaseca began to present an autoctonous diatom flora and the basin changed to mesotrophic and slightly alkaline conditions. The most important data proceed from the study of the diatoms succession, which points out an environment dominated by tychoplanktonic *Fragilaria* assemblages, only interrupted by a period of periphytic, acidophilous and oligotrophic assemblages. During this episode the pollen record points out a stepic vegetation, represented by *Artemisia* and Poaceae.

During the Postglacial, the basin becomes completely filled and the number of acidophilous taxa increase. This is a typical final step of the filling process of a lake before transforming into a bog as the presence of *Sphagnum* establishes.

Keywords: Paleolimnology, diatoms, Late Glacial, NW Iberian Peninsula

INTRODUCCIÓN

La laguna de Villaseca se sitúa en el Valle del Sil, 5 km aguas arriba de Villablino (León), en las proximidades de Villaseca de Laciana (figura 1). Los estudios geomorfológicos existentes y, en concreto, los de glaciario cuaternario son poco detallados. Tanto STICKEL (1929) como NUSBAUM & GIGAX (1953) y LLOPIS LLADÓ (1954), se refieren de manera genérica al desarrollo del glaciario de la zona cantábrica. El mapa geológico de la Serie Magna (IGME, 1982) y el Mapa de Cuaternario de España (PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1989), sólo refleja algunas de las formas (círcos glaciares) y ciertos depósitos definidos genéricamente como morrenas y/o materiales glaciares sin especificar, y no existen datos de edad del glaciario ni de su dinámica en esta zona.

Los únicos datos de carácter paleoambiental que existen en la zona son dos estudios palinológicos: la laguna de Villaseca (JALUT, en prep.), y la laguna de La Mata (BELET, 1992) próxima a la anterior (figura 1). Estos dos trabajos nos proporcionan información sobre la evolución del paisaje vegetal en el entorno de ambas lagunas durante el Cuaternario final, que se pueden individualizar en tres etapas:

El primero de ellos correspondiente al fin del período glaciario, se caracteriza por el predominio de una vegetación de tipo estepario, semejante a la que podemos encontrar en las zonas semiáridas actuales. Durante el Tardiglaciario se produce la expansión de táxones arbóreos pioneros (*Betula*, *Juniperus* y *Pinus*) y la aparición de la vegetación acuática (*Isoetes*). Dentro de este período se halla bien definido el Dryas Reciente por la reaparición de *Artemisia* y *Poaceae*.

Finalmente, en el Postglaciario se produce la expansión definitiva de la vegetación arbórea, precedida de un desarrollo de pólen herbáceo y de matorral.

MÉTODO DE TRABAJO

Sondeo

Se realizó un sondeo de 8'93 metros de espesor en el centro de la laguna utilizando una sonda de pistón estacionario. En los tramos comprendidos entre 6'00 y 6'40 m y entre 7'00 hasta 7'50 m, durante la extracción del testigo, el efecto de succión producido por el agua de la capa freática produjo un colapso de la estructura sedimentaria, por lo que hubo de desecharse esa parte del testigo.

La muestra estudiada se extrajo a intervalos de 5 centímetros, excepto en dos tramos: 1) los 10 centímetros más superficiales del testigo y 2) entre 2'60 y 2'70 m, en que se tomaron muestras cada 2'5 centímetros, debido al interés de la secuencia sedimentaria en ese punto.

Análisis micropaleontológico

El tratamiento de la muestra se hizo por el método de Schrader (1973). Las preparaciones se montaron utilizando una resina sintética de alto índice de refracción (Naphrax, $n=1.74$). Para proceder al recuento de las distintas especies de diatomeas se han seguido transectos continuos a lo largo del cubreobjetos utilizando un microscopio Nikon Optiphot-II con contraste de fases a un aumento de 1.000x hasta que se alcanzó el número de 300-500 valvas contadas. La identificación de diatomeas se realizó de acuerdo con HUSTEDT (1930, 1930-1966), CLEVE-EULER (1951-1955), PATRICK

& REIMER (1975), GERMAIN (1981), VARELA (1982), KRAMMER & LANGE BERTALOT (1986-1991) y KRAMMER (1992). La identificación de especies fue facilitada mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) en el JEOL JSM-6400 SEM de los Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña.

Además de las diatomeas se contaron los quistes de crisófitas aunque sin llegar a diferenciarlos taxonómicamente. El simple hecho de enumerarlos y expresarlos en relación a la suma total de frústulos de diatomeas constituye un importante índice paleolimnológico (SMOL, 1985; 1988).

Para la estimación de la concentración de diatomeas se usaron esporas de *Lycopodium* como marcador externo (STOCKMARR, 1973).

La reconstrucción paleoecológica se realizó basándonos en las descripciones de BEAVER (1981), KJEMPERUD (1982), DE WOLF (1982), DENYS (1991-1992) y VAN DAM et al. (1994), sobre la autoecología de diatomeas actuales.

RESULTADOS

Geomorfología de la zona

A partir de la foto aérea a escala 1:25.000 del Servicio Geográfico del Ejército realizada en 1957, se ha dibujado un mapa geomorfológico y de depósitos cuaternarios, enfocado exclusivamente a la reconstrucción de la dinámica glaciar y postglaciar en el entorno de la Laguna de Villaseca (figura 2). Esto ha permitido reconstruir la evolución de los frentes glaciares en esta parte de la cadena cantábrica desde antes de la formación de la Laguna de Villaseca, permitiendo

deducir el momento de su formación y su evolución hasta la actualidad. Suponemos que en el máximo glaciar local la zona se hallaba cubierta por los hielos. El límite del frente glaciar no se ha determinado con exactitud, aunque se relaciona con los grandes abanicos aluviales proglares situados en Villablino y otros puntos, y que interpretamos como debido a la concentración de las aguas de fusión glaciar. En la cartografía geológica del Plan Magna (IGME, 1982) aparecen, sin embargo, cartografiados erróneamente como abanicos aluviales holocenos. Es verosímil pensar, a partir de estos datos, que el relieve preglacial ya estuviera jerarquizado aproximadamente como ahora, es decir, con el valle de Lumajo enlazando con el valle del Sil a su misma cota y los valles de Brañas de Roble y Campo de la Vega a unos 220 metros por encima de la cota del Sil (figura 1).

Descripción del sondeo

El sondeo de la laguna está formado en su mayor parte por arenas y arcillas intercaladas en niveles varvados de unos 2 mm de espesor (2'75 m - 8'93 m), pobres en restos orgánicos como consecuencia de una sedimentación azoica. Sin embargo, desde el principio de la secuencia se han reconocido granos de polen en el sedimento. Esta secuencia se interrumpe solamente por un nivel de arcillas grises masivas sin estratificación aparente, desde 3'20 m hasta 3'44 m.

Entre 2'60 m y 2'75 m, se produce ya un cambio neto en el color y la granulometría. Aparecen pequeños cantos (3 mm de largo) de pizarra, cuarzo y lentejones de arenas. Tanto en esta parte de la secuencia como en la anterior no se encontraron diatomeas, aunque sí polen.

Las diatomeas aparecen a partir de los 2'60 m. Esta parte de la columna está representada, hasta los 225 cm, por arcillas color marrón claro con restos vegetales y sin estructura sedimentaria visible. Entre 225 y 220 cm la arcilla se hace más clara siendo más evidentes los macrorrestos vegetales (maderas y restos de hojas).

Entre 200 y 160 cm el sedimento es una turba muy arcillosa. Esporádicamente aparecen también macrorrestos vegetales. El color del sedimento es marrón ceniza. No se aprecia estratificación.

Entre 65 y 160 cm la turba es de color marrón oscuro y está mineralizada con indicios de restos vegetales y gran proporción de arcillas.

En la parte más superficial del testigo el sedimento está formado por turba de color marrón claro con restos vegetales muy abundantes y bien conservados.

Análisis de diatomeas

Los resultados se presentan en la figura 3, con una estratigrafía de los táxones de abundancias superiores al 5%. Se identificaron un total de 78 especies y variedades que se agruparon en 19 géneros (Tabla 1).

Se han diferenciado 3 unidades en el sondeo, nombradas de muro a techo como A, B y C, para una mejor descripción. Las muestras del sedimento superficial (C: 57'5-65 cm) se distinguen significativamente de todas las otras. Las muestras siguientes (B: 160-200 cm) también están claramente diferenciadas de forma clara de las últimas (A: 220-260 cm). Dentro de estas dos últimas unidades (B y A) también se produce cierta diferenciación.

Zona A (260-220 cm).

Dominada por la presencia de diatomeas del género *Fragilaria* a lo largo de toda la

zona (figura 3a). La especie dominante, *Fragilaria construens*, supera en todas las muestras el 15% de abundancia. Su presencia disminuye hacia el techo de la zona. Las asociaciones de diatomeas sugieren aguas con pH neutro o ligeramente alcalino y una riqueza en nutrientes moderada. En la zona A se distinguen 4 subzonas:

– Subzona A1 (260-255 cm): caracterizada por una elevada presencia de *Fragilaria pinnata* (cerca al 60%).

– Subzona A2 (255-240 cm): cambios en la asociación de diatomeas con comienzo de la expansión de *Fragilaria construens* y disminución de *Fragilaria pinnata*.

– Subzona A3 (240-230 cm): las asociaciones de *Fragilaria construens* alcanzan su desarrollo máximo.

– Subzona A4 (230 -220 cm): al inicio de esta zona se produce un descenso de *Fragilaria construens* y elevada proporción de *Fragilaria leptostauron* (abundancia máxima del 23%). Aumenta también el porcentaje de *Fragilaria exigua*, *Fragilaria elliptica* y *Pinnularia mesolepta* (figura 3b) lo que corresponde a aguas poco profundas, a un incremento en la acidez y a un empobrecimiento en la productividad autóctona de la laguna.

Zona B (200-160 cm)

Es en esta zona donde aparece un mayor número de táxones, aunque todavía con una abundancia poco significativa en la mayor parte de las muestras, que salvo en raras ocasiones no superan el 5% (*Frustulia rhomboides*, *Fragilaria pinnata*, *Fragilaria parasitica*, *Fragilaria elliptica*, *Fragilaria brevistriata*, *Cymbella gracilis*). Podemos distinguir las siguientes subzonas:

TABLA 1: Lista de todos los táxones observados en el estudio

<i>Achnanthes helvetica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg
<i>Achnanthes linearis</i> (W. Smith) Grunow sensu auct. nonnull.	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	<i>Gomphonema hebidense</i> Gregory
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> Ehrenberg	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>Navicula vitiosa</i> Schimanski
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	<i>Navicula eleginensis</i> (Gregory) Ralfs
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald	<i>Navicula lapidosa</i> Krasske
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	<i>Navicula mediocris</i> Krasske
<i>Cymbella subcuspidata</i> Krammer	<i>Navicula minima</i> Grunow
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	<i>Navicula pseudoscutiformis</i> Hustedt
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	<i>Navicula pseudoventralis</i> Hustedt
<i>Eunotia diodon</i> Ehrenberg	<i>Navicula pupula</i> Kützing
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson) Rabenhorst	<i>Navicula pussila</i> W. Smith
<i>Eunotia glacialis</i> Meister	<i>Navicula subrotundata</i> Hustedt
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer
<i>Eunotia incisa</i> Gregory	<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske) Nörpel & Lange-Bertalot	<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Eunotia meisteri</i> Hustedt	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch
<i>Eunotia microcephala</i> Krasske	<i>Pinnularia braunii</i> (Grunow) Cleve
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>decrescens</i> (Grunow) Krammer
<i>Eunotia nymmaniana</i> Grunow	<i>Pinnularia gibba</i> sensu Hustedt
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow	<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W. Smith
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i> (Ralfs) Rabenhorst	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Eunotia serra</i> Ehrenberg	<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt	<i>Pinnularia polyonca</i> (Brébisson) W. Smith
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow f. <i>construens</i>	<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i> (Hustedt) Hustedt	<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Hustedt	<i>Pinnularia subrostrata</i> (A. Cleve) Cleve-Euler
<i>Fragilaria elliptica</i> Schumann	<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer
<i>Fragilaria exigua</i> Grunow	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Fragilaria leptostauron</i> (Ehrenberg) Hustedt	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agradh) Lange-Bertalot
<i>Fragilaria parasitica</i> (W. Smith) Grunow	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Brébisson
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing

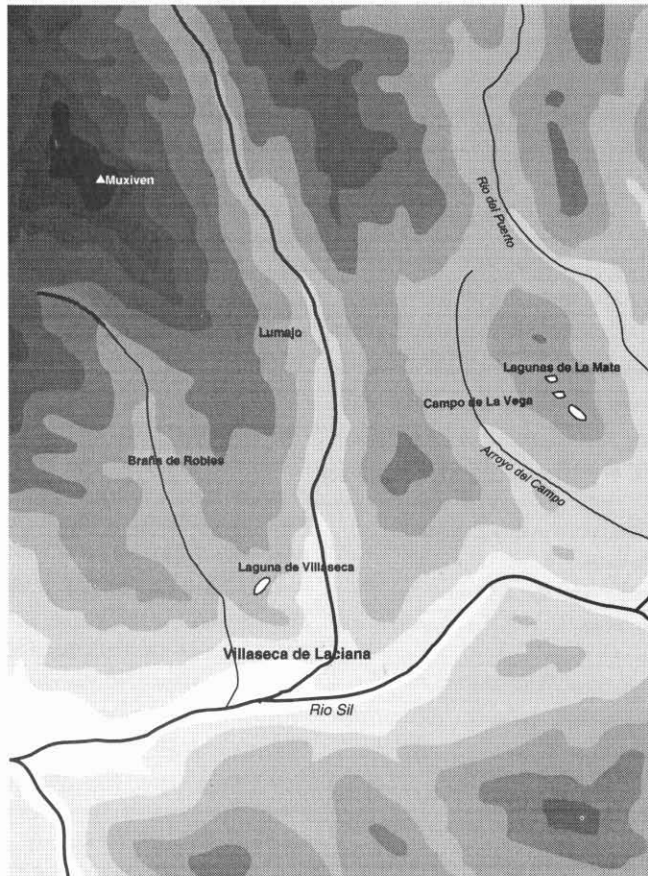
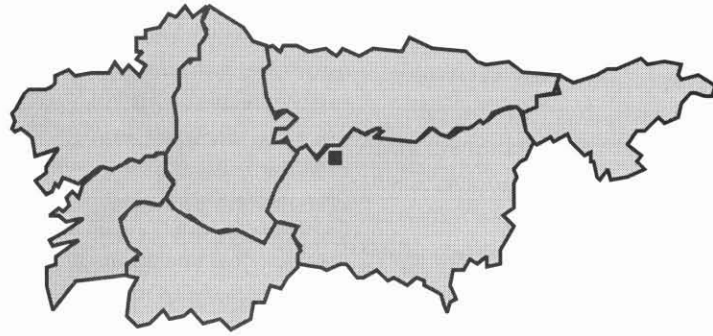


Fig. 1. Cartografía del área de estudio. Escala 1:70.000.
Se han señalado las lagunas de Villaseca y de La Mata. La flecha
señala el Norte.

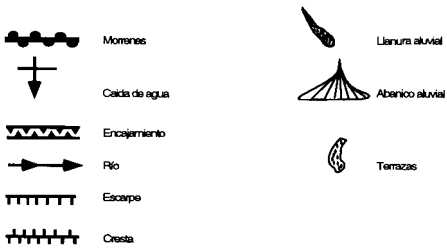
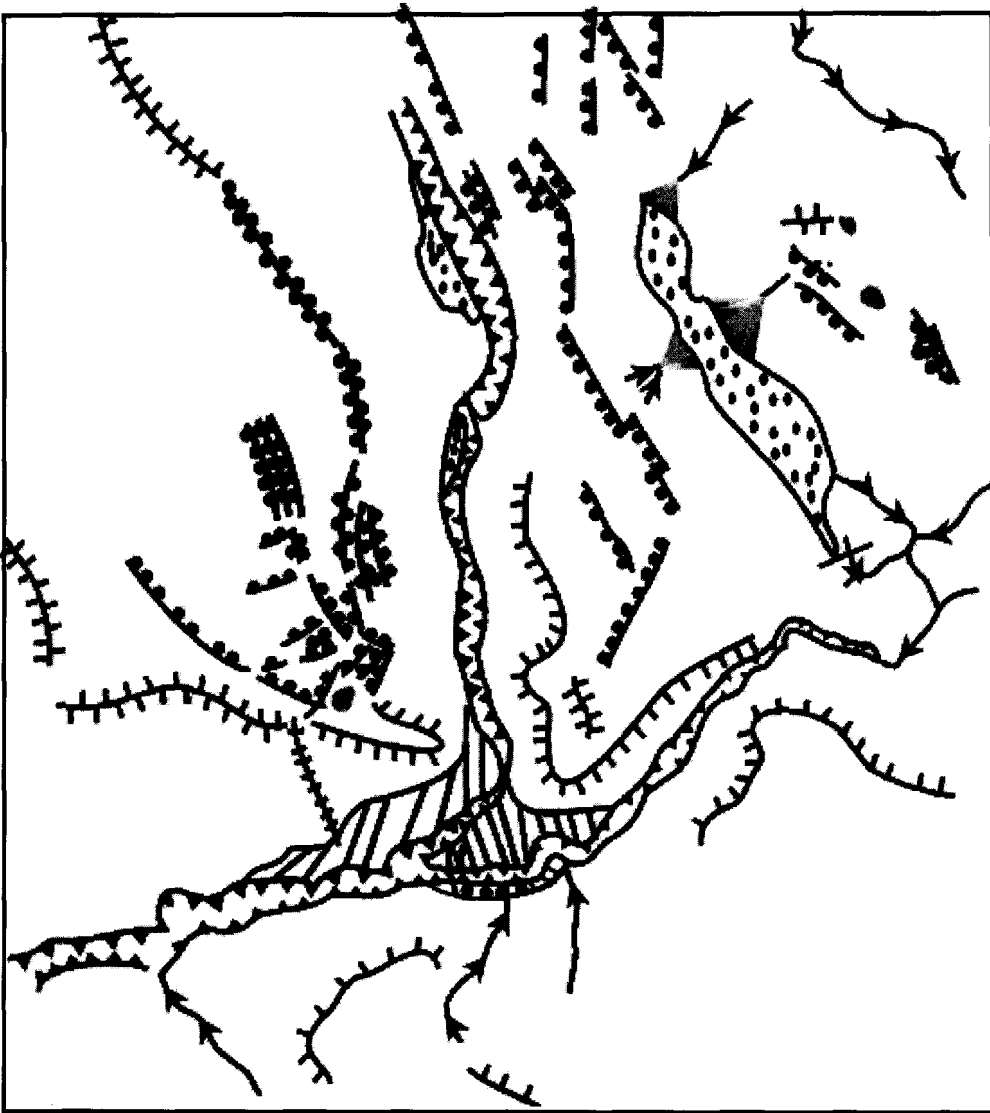


Fig. 2. Cartografía geomorfológica del área de estudio. Escala 1:25.000.

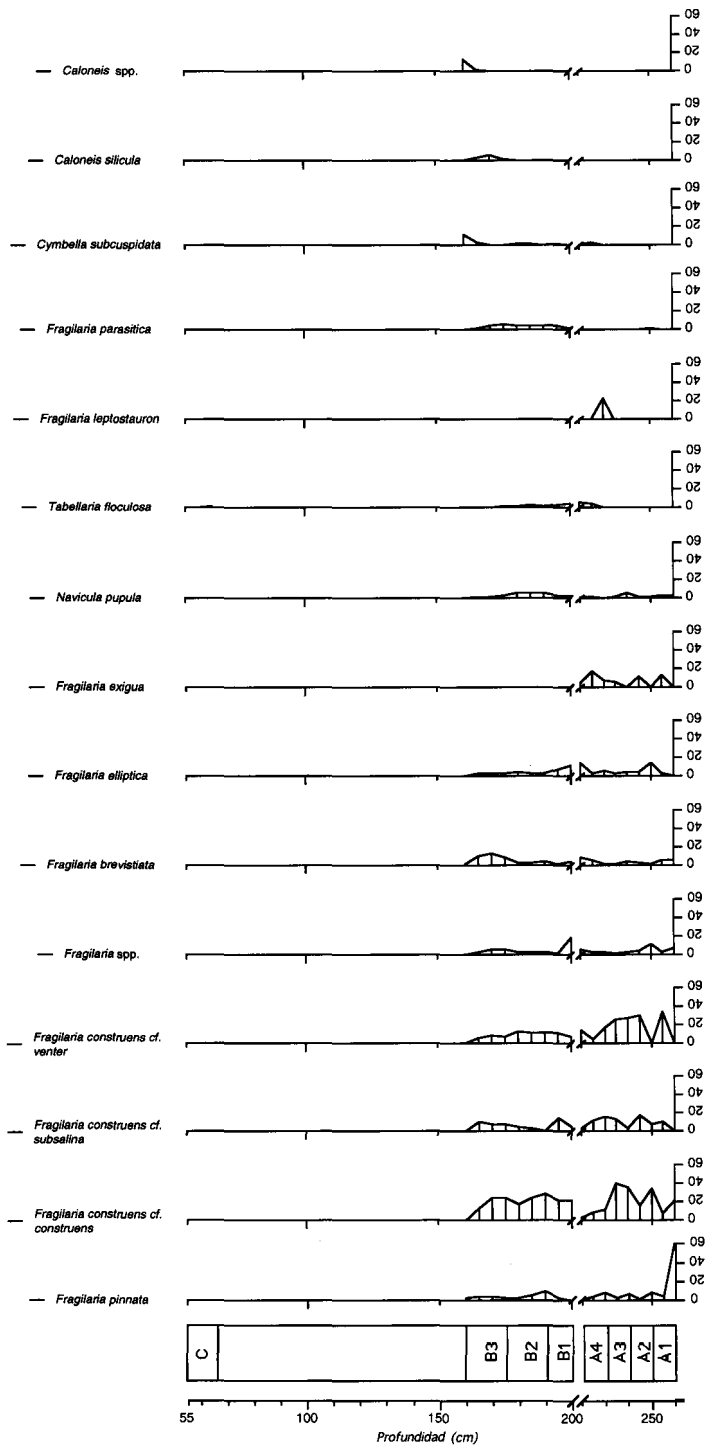


Fig. 3a. Abundancias relativas de los táxones encontrados en el sondeo de Villaseca con una presencia superior al 5%.

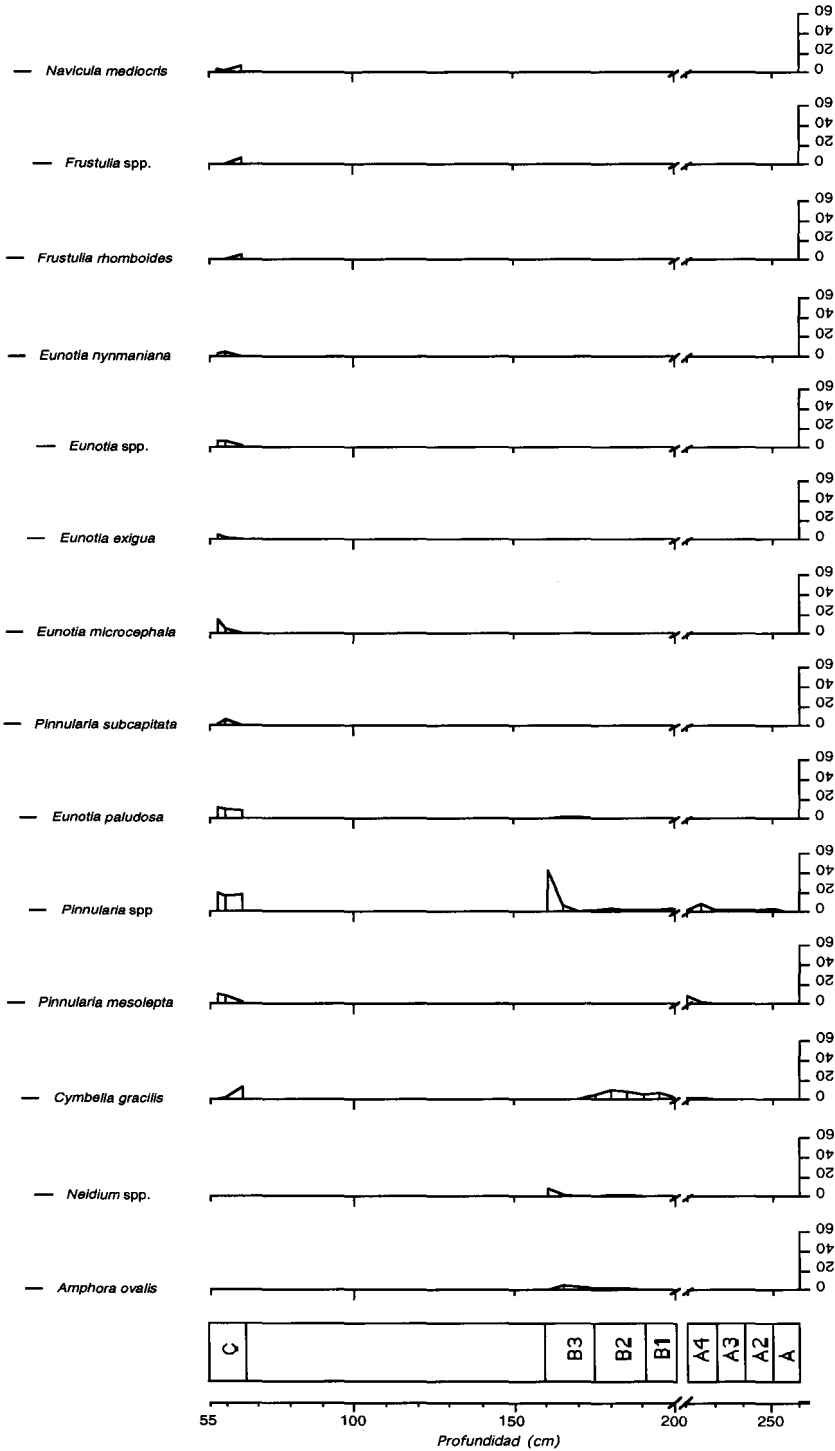


Fig. 3b. Abundancias relativas de los táxones encontrados en el sondeo de Villaseca con una presencia superior al 5%

– Subzona B1 (200-190 cm): vuelve a experimentarse un retorno hacia la mesoeutrofia, y un incremento del pH y de las asociaciones de diatomeas tico-planctónicas, representadas principalmente por *Fragilaria construens*.

– Subzona B2 (190-175 cm): comienzan a aparecer nuevos táxones de diatomeas perifíticas que hasta entonces no habían aparecido o lo hacían en muy baja proporción (*Fragilaria brevistriata*, *Fragilaria parasitica*, *Navicula pupula*) que indican el comienzo de la colmatación de la laguna.

– Subzona B3 (175-160 cm): en las muestras de esta zona comienza a observarse una progresiva degradación en la conservación de las diatomeas.

Entre ésta y la siguiente (160-65 cm) hay un hiato sedimentario y en el sedimento conservado no se pudieron realizar recuentos, debido a la mala preservación de las diatomeas y el cambio radical en las condiciones limnológicas. A partir de 160 cm aumenta considerablemente la presencia de quistes de crisófitas (figura 4), que llegan a constituir el 90% del recuento, y no aparecen frústulos de diatomeas o lo hacen en fragmentos muy pequeños. Sólo se han identificado diatomeas con un alto grado de silicificación (*Pinnularia*, *Cymbella*, *Frustulia*). Esta situación se mantiene con ligeros cambios hasta el nivel de 65 cm.

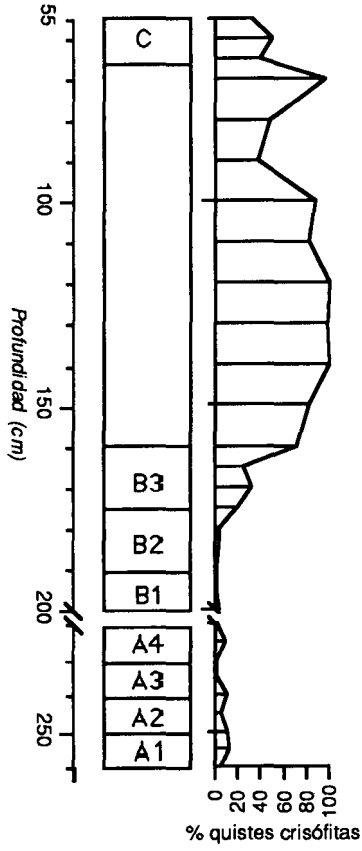
Zona C (65-57'5 cm)

Las asociaciones de diatomeas de esta zona indican un ambiente típico de turbera; aguas someras, pH ácido y productividad autóctona reducida (figura 3b). El número de especies identificables continúa sin ser elevado pero cambia la composición de diatomeas. Varias especies fluctúan amplia-

mente en abundancia y son reemplazadas por otras. Al inicio de esta unidad (65 cm) aparecen mayoritariamente táxones que presentan una alta silicificación (*Cymbella gracilis*, *Frustulia rhomboides*, *Frustulia* spp., *Pinnularia* spp.) lo que parece constituir una prolongación del nivel anterior. Pero comienza a observarse la presencia de especies de diatomeas todavía no observadas en niveles inferiores o en baja cantidad (*Eunotia microcephala*, *Eunotia paludosa*, *Eunotia nymmaniana*) y cuya frecuencia aumenta hacia el techo del testigo (figura 3b).

Evolución de la laguna durante el postglaciar

La secuencia sedimentaria de la laguna de Villaseca corresponde al relleno de una cuenca de obturación pro-yuxtaglaciario formada durante el proceso de deglaciación pleistocena en la Cadena Cantábrica. La datación sugiere que la laguna de Villaseca comenzó a funcionar hace 23.000 años (JALUT, en prep.). Durante el máximo glaciar local, que podríamos situar aproximadamente entre 45.000-50.000 años (VIDAL ROMANÍ, 1996) (figura 5). La lengua glaciar se sitúa por detrás de los abanicos aluviales proglaciares de Villablino. Posteriormente se produce una deglaciación lenta en toda la zona, alternada con pequeños avances del frente glaciar que nunca sobrepasaron el límite máximo inicial. Es en una de estas etapas intermedias de avance glaciar parcial cuando las lagunas de Villaseca y La Mata comienzan a funcionar como tales. La edad de este episodio es aproximadamente igual o inferior al de la datación de la base de los sedimentos de La Mata (25.000 BP) (BELET, 1992) y de Villaseca (23.000 BP) (JALUT, en prep.), fecha mínima para que



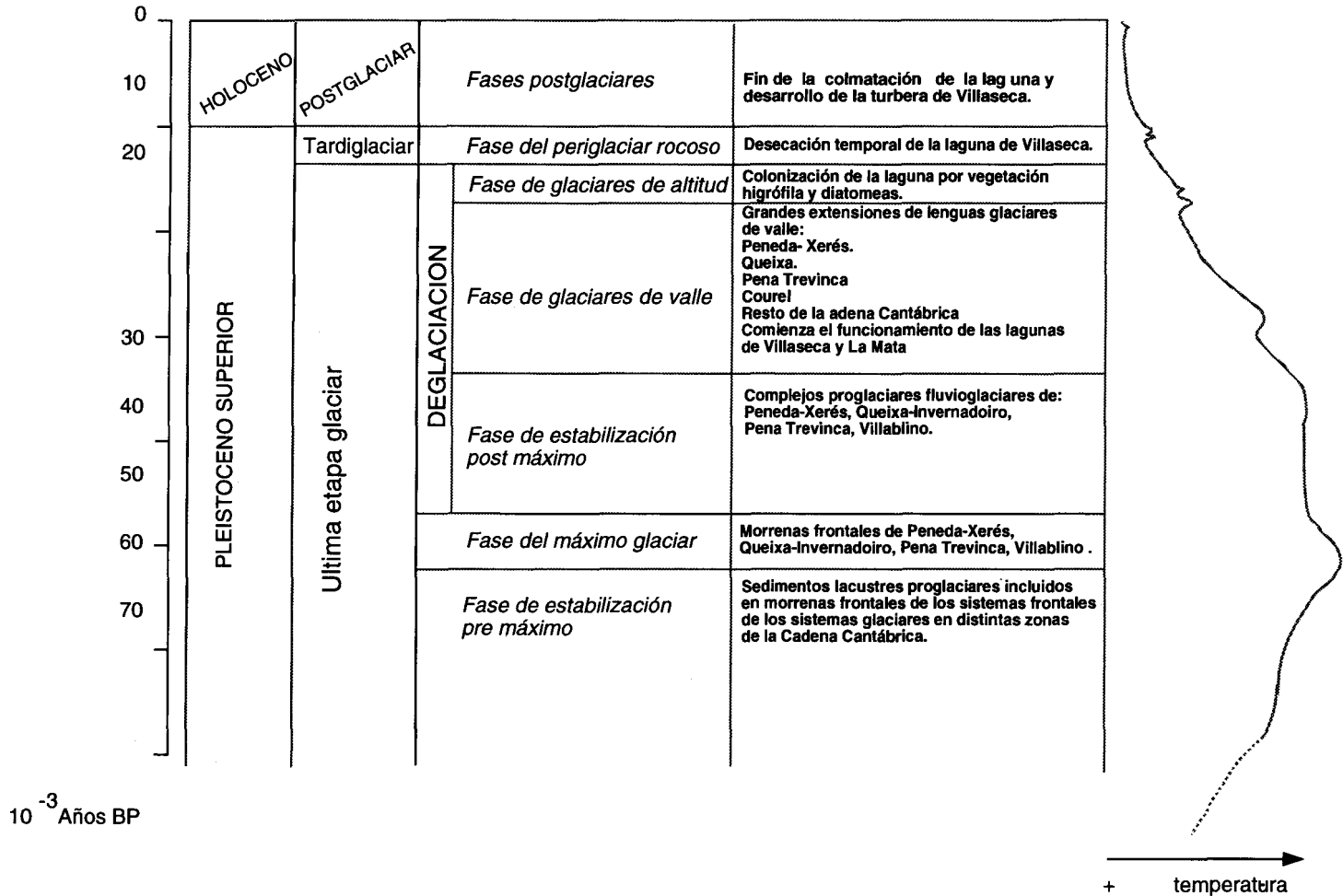


Fig. 5. Deglaciación cuaternaria en la zona de Villablino (Cordillera Cantábrica)

las dos lagunas comenzaran a funcionar como zonas de deposición.

Mientras que el polen alóctono aparece desde el principio de la secuencia, incluido en los sedimentos, las diatomeas aparecen tan solo en los 2'60 metros finales. Este dato indica que las condiciones ecológicas se hacen en esta etapa de evolución de la laguna menos extremas, no sólo en esta, sino en su entorno inmediato. Ello debe relacionarse forzosamente con la fusión de los hielos y el progresivo alejamiento del frente glaciar de las proximidades de la laguna de Villaseca. Este alejamiento permite, por una parte un aumento de la temperatura ambiente y del agua de las lagunas, y por otra una optimización de los procesos de decantación de los detritus arrastrados por las aguas de fusión glaciar.

El depósito estudiado tiene 8'93 m de potencia. En los 6'33 metros basales hay un predominio de una estructura varvada mal definida y constituida por sedimentos arcillo-arenosos bastante bien clasificados que sugieren un medio deposicional tranquilo (ANDERSON & DEAN, 1988), donde los pequeños lentejones arenosos señalan una débil dinámica subacuática producida por pequeños deslizamientos subacuáticos en el frente del pequeño delta en que desembocaba el arroyo de Brañas de Roble en el lago. Este régimen deposicional se mantiene durante la mayor parte del relleno de la laguna de Villaseca.

En el inicio de la colonización por las diatomeas, la laguna de Villaseca parece corresponder a un ambiente moderadamente rico en nutrientes. Las diatomeas en ese momento tienen carácter alcalífilo. Especies de *Fragilaria*, sobre todo *Fragilaria pinnata*, son dominantes. Esta asociación es típica de lagos mesotróficos de moderada alcalinidad

(STABELL, 1985). Se trata de una asociación común y dominante en el Tardiglaciar de los lagos templados y en el sedimento moderno de algunos lagos árticos (SMOL, 1983; STABELL, 1985; BRUGAM et al., 1988; STOERMER et al., 1990a, 1990b; WOLFE & BUTLER, 1994). Esta frecuente posición estratigráfica hace pensar que se trata de un grupo pionero y tolerante colonizador que aparece generalmente cuando se incrementa la deposición de materia orgánica (LORTIE & RICHARD, 1984). Esto sugiere que el paso de sedimentación detrítica a orgánica ocurre a principios del periodo Tardiglacial. El inicio de este periodo se halla datado en 13.000 años BP en los Pirineos (JALUT et al., 1992; BEAULIEU et al., 1994), y en 12.425 BP en la laguna de la Roya (ALLEN et al., 1996), en la Cordillera Cantábrica. En un principio se trata solamente de especies de *Fragilaria* litorales (*Fragilaria pinnata*). El alto porcentaje de diatomeas perifíticas indica la presencia de un sustrato litoral para la colonización vegetal. Esta fase (subzonas A1, A2, A3) corresponde al estadio interglaciar Bølling-Allerød. El inicio del Allerød se halla datado en 12.000 ± 180 años BP en los Pirineos orientales en La Borde (JALUT et al., 1992). Rápidamente se produce una evolución hacia el dominio de especies de *Fragilaria* ticoplanctónicas debido al aumento en el nivel de agua de la laguna. El máximo de diatomeas ticoplanctónicas aparece entre 235 cm y 240 cm (subzona A3).

En la subzona A4 es bien visible el cambio en el aspecto del sedimento. Se percibe un aumento en la proporción de macrorrestos vegetales y la arcilla se hace más clara. Este cambio viene acompañado por un aumento de las comunidades de diatomeas epifíticas y aerófilas (*Fragilaria*

leptostauron, *Caloneis silicula*, *Epithemia adnata*) o indiferentes. Estos datos indican una reducción en la profundidad en la laguna. También se observa un decrecimiento de las especies alcalífilas coincidente con el aumento de las acidófilas. Estos cambios se relacionan con el retorno a condiciones climáticas más duras, similares a las del Tardiglaciario más temprano, sugiriendo una ralentización de la meteorización, aumento del frío y una disminución de las precipitaciones en forma de agua, lo que unido a los datos polínicos parece señalar al Dryas Reciente (WILSON et al., 1993; WOLFE & BUTLER, 1994). Cronológicamente la posición del Dryas Reciente está establecida en el Laghi di Monticchio (sur de Italia) en 10.500 años BP (WATTS et al., 1996), y entre 10.700 y 10.000 años BP en las tierras bajas de Suiza (AMMANN et al., 1994). En los Pirineos ha sido fechado de 10.800 a 10.000 años BP (JALUT, 1976) y en la Cordillera Cantábrica entre 10.732 y 9.853 años BP en la laguna de la Roya (ALLEN et al., 1996).

Un cambio importante en la laguna se produce a partir de los 200 cm de profundidad. A partir de ese momento empieza la formación de turba, muy arcillosa al principio. Desde entonces la transformación de la laguna en turbera es evidente, como lo confirman también los datos polínicos. Durante esta etapa la superficie de aguas libres se reduce progresivamente. Las condiciones en Villaseca corresponden a un ambiente mesotrófico con pH cercano a la neutralidad y un aumento de especies de diatomeas de comunidades periféricas. Este cambio se asocia al inicio del Postglaciario, periodo bien datado en toda Europa (aproximadamente 10.000 años BP).

Entre 65 y 160 cm apenas se conservan restos de diatomeas, lo que coincide con un incremento en los quistes de crisófitas (fig. 4). Este incremento en la relación entre quistes de crisófitas y frústulos de diatomeas indica oligotrofia y/o mala preservabilidad en el registro fósil de diatomeas (SMOL, 1988).

En la última etapa en el desarrollo de la laguna aparecen exclusivamente diatomeas de aguas ácidas, con táxones dominantes como *Eunotia*, *Pinnularia* y *Frustulia*, característicos de turbera (MARGALEF, 1983). El número de especies, relativamente alto, apunta a un cambio hacia condiciones oligotróficas. La presencia de diatomeas litorales indica claramente un ambiente de aguas someras. La profundidad del agua decrece aun más con la colmatación de la cubeta y la flora litoral avanza hacia el centro de la laguna, quedando al final solamente agua intersticial entre la vegetación. Las condiciones climáticas favorecen la colonización por *Sphagnum*, lo que provoca un aumento de la acidez ya que *Sphagnum* actúa como un intercambiador de cationes, provocando concentraciones elevadas de polímeros de cadena larga de ácidos urónicos no esterificados. Esto provoca una disminución de las tasas de descomposición y la consiguiente acumulación de materia orgánica (WETZEL, 1981).

CONCLUSIONES

En la laguna de Villaseca de Laciana se pueden distinguir dos etapas. En la primera, que va desde la desaparición del hielo glaciario hasta el comienzo del Tardiglaciario, y que tuvo una duración aproximada de unos 10.000 años, no se dieron las condiciones ecológicas en la laguna para el desarrollo de

diatomeas u otros tipos de flora autóctona. Los únicos restos orgánicos encontrados son granos de polen que tiene su origen en los aportes realizados por el viento y que corresponden a la vegetación del entorno lejano. La sedimentación detrítica varvada, característica de la mayor parte de la secuencia, corresponde a un medio deposicional tranquilo, perturbado tan solo por pequeños deslizamientos (lentejones arenosos intercalados en la serie sedimentaria) y que podrían interpretarse como pequeños empujones producidos por el movimiento de la lengua glaciar que circulaba por el valle de Lumajo. Desde el Tardiglaciar hasta la actualidad la evolución de la laguna está representada tanto por el registro polínico, autóctono y alóctono, como por el inicio de la colonización de la laguna por las diatomeas, lo que permite por primera vez la caracterización paleoambiental de la cubeta. La sedimentación es ya más orgánica. Las

diatomeas más abundantes durante el Tardiglaciar son asociaciones de *Fragilaria* spp. Así se inicia el desarrollo de la laguna desde un ambiente ya claramente en la deglaciación, moderadamente rico en nutrientes y con un pH cercano a la neutralidad, y, que evoluciona hasta la situación actual, con una reducción de la productividad autóctona y un aumento de la acidez del agua. Paralelamente, durante el Holoceno, se reduce progresivamente la lámina de agua por colmatación de la laguna hasta convertirse en la turbera actual.

El cambio en las asociaciones de diatomeas que se produjo aproximadamente hace 11.000 BP indica un descenso en el pH y la productividad asociados a la ralentización de la meteorización, aumento del frío y disminución de las precipitaciones en forma líquida lo que corresponde a las condiciones climáticas más rigurosas del Dryas Reciente.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J. R. M., Huntley B. & Watts W. A. (1996) The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14.000 yr. *J. Quat. Sci.* 11, 125-147.
- AMMANN, B.; LOTTER, A. F.; EICHER, U.; GAILLARD, M.-J.; WOHLFARTH, B.; HAEBERLI, W.; LISTER, G.; MAISCH, M.; NIESSEN, F. & SCHLÜCHTER, C. (1994) The Würmian Late-glacial in lowland Switzerland. *J. Quat. Sci.* 9, 119-125.
- ANDERSON, R. Y. & DEAN, W. E. (1988) Lacustrine varve formation through time. *Palaogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 62, 215-235.
- BEAULIEU, J.-L. D.; ANDRIEU, V.; LOWE, J. J.; PONEL, P. & REILLE, M. (1994) The Weichselian Late-glacial in southwestern Europe (Iberian Peninsula, Pyrenees, Massif Central, northern Apennines). *J. Quat. Sci.* 9, 101-107.
- BEAVER, J. (1981) *Apparent Ecological Characteristics of Some Common Freshwater Diatoms*. Ministry of the Environment, Ontario.
- BELET, J.-M. (1993) *Etude palynologique de la tourbière de La Mata (Monts Cantabriques; Nord-Ouest de l'Espagne)*. Diplôme d'Etudes Approfondies, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- BRUGAM, R. B.; GRIMM, E. C. & EYSTER-SMITH, N. M. (1988) Holocene Environmental Changes in Lily Lake, Minnesota Inferred from Fossil Diatom and Pollen Assemblages. *Quat. Res.* 30, 53-66.
- CLEVE-EULER, A. (1951-1955) Die Diatomen von Schweden und Finland. *K. Ev. Vet. Ak. Handl. Fjarde ser.* 2(1), 3(3), 4(1,5), 5(4).
- DE WOLF, H. (1982) Method of coding of ecological data from diatoms for computing utilization. *Med. Rijks Geol. Dienst* 36, 95-99.

- DENYS, L. (1991-1992) A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the western belgian coastal plain with a survey (Benhorst). Eduard Kummer, Leipzig.
- GERMAIN, H. (1981) *Flore des Diatomées*. Societé Nouvelle des Éditeurs Boubée, Paris.
- HUSTEDT, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeae). In *Die süßwasser-flora mitteleuropas* (ed. A. Pascher). Jena, Bremen.
- HUSTEDT, F. (1930-1966) Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs un der Schweiz. In *Kryptogamen-Flora vor, Deutschland, Osterreichs un der Schweiz, Band 7* (ed. L. Rabenhorst). Eduard Kummer, Leipzig.
- IGME (1982) Hoja 1:50.000 Villablino. 2ª serie 1ª edición. Servicio de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- JALUT, G. (1976) La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans les Pyrénées. *La Préhistoire française* 1, 512-516.
- JALUT, G.; MOSERRAT, MARTÍ, J.; FONTUGNE, M.; DELIBRIAS, G.; VILAPLANA, J. M. & JULIA, R. (1992) Glacial to interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrénées: Deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quat. Sci. Rev.* 11, 449-480.
- JALUT, G. (com. personal) Análisis palinológico de la laguna de Villaseca, NO Península Ibérica.
- KJEMPERUD, A. (1982) *Late Weichselian and Holocene shoreline displacement in parts of Trøndelag, central Norway*. Thesis. Universitetet i Oslo, Oslo.
- KRAMMER, K. (1992) *Pinnularia: Eine Monographie der Europäischen Taxa*. J. Cramer, Berlin.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT H. (1986-1991) Bacillariophyceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (eds. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer). Fischer, Stuttgart.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1954) Sobre la morfología de los Picos Ancares y Miravalles. *Las Ciencias* 3, 627-643.
- LORTIE, G. & RICHARD, P. J. H. (1984) Late-glacial diatom and pollen stratigraphy from lake Boucané, southwestern Québec, Canada. *8th Diatom Symposium*, 687-697.
- MARGALEF, R. (1983) *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona.
- NUSBAUM F. & GIGAX (1953) La glaciación cuaternaria en la Cordillera Cantábrica. *Rev. Est. Geográficos, CSIC* 14, 261-270.
- PATRICK, R. & REIMER, C. W. (1966-1975) *The Diatoms of the United States*. Academy of Natural Sciences, Philadelphia.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; CABRA, P.; MARTÍN SERRANO, A.; CAPOTE, R.; DE VICENTE, G.; RUBIO, J. M.; GALLARDO, J.; MARTÍN DE VIDALES, J. L.; AGUIRRE, E.; SANTONJA, M.; VIDAL ROMANÍ, J. R.; HOYOS, M.; SERRAT, D.; GUTIÉRREZ ELORZA, M.; PEÑA MONNE, J. L.; MOLINA, E.; DE PEDRAZA, J.; RODRÍGUEZ VIDAL, J.; DÍAZ DEL OLMO, F.; GOY, J. L.; ZAZO, C.; BAENA, J.; DELOLMO, P.; MECO, J.; REY, J.; MEDIALDEA, T.; PERALTA, M.; DÍAZ, L. A. & CALDERÓN V. (1989) *Mapa del Cuaternario de España*. Servicio de Publicaciones del Instituto Tecnológico Geominero, Madrid.
- SCHRADER, H. J. (1973) Proposal for a standardized method of cleaning diatom-bearing deep-sea and land-exposed marine sediments. *Nova Hedwigia, Beih.* 45, 403-409.
- SMOL, J. P. (1983) Paleohydrology of high arctic lake near Cape Herschel, Ellesmere Island. *Canadian J. Bot.* 61, 2195-2204.
- SMOL, J. P. (1985) The ratio of diatom frustules to chrysophicean statospores: A useful paleolimnological index. *Hydrobiologia* 123, 199-208.
- SMOL, J. P. (1988) Chrysophicean microfossils in paleolimnological studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62, 287-297.
- STABELL, B. (1985) Development of the diatom flora in Prestvannet, Tromsø, northern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 66, 179-186.
- STICKEL, R. (1929) Observaciones de morfología glacial en el NW de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)* 29, 297-313.
- STOCKMARR, J. (1973) Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* XIII, 615-621.
- STOERMER, E. F., SCHELSKE C. L. & CONLEY D. J. (1990a) Siliceous microfossil succession in Lake Michigan. *Limnol. Oceanog.* 35, 959-967.
- STOERMER, E. F.; SHELSKE, C. L. & WOLIN, J. A. (1990b) Siliceous microfossil succession in the sediments of McLeod Bay, Great Slave Lake, Northwest Territories. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 1865-1874.
- VAN DAM, H.; MERTENS, A. & SINKELDAM, J. (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28, 117-133.
- VARELA, M. (1982) Adiciones a la flora de diatomeas de agua dulce de Galicia. *Collectanea Botanica* 13, 977-985.

- VIDAL ROMANÍ, J. R. (1996). Geomorfología. In "Geografía de Galicia." (F. J. Rio Barja, Ed.), pp. 37-63. Galicia. Hércules de Ediciones, A Coruña.
- WATTS, W. A.; ALLEN J. R. M.; HUNTLEY B. & FRITZS. C. (1996) Vegetation history and climate of the last 15,000 years at Laghi di Monticchio, southern Italy. *Quat. Sci. Rev.* 15, 113-132.
- WETZEL, R. G. (1981) *Limnología*. Omega, Barcelona.
- WILSON S. E., WALKER I. R., MOTT R. J. & SMOL J. P. (1993) Climatic and limnological changes associated with the Younger Dryas in Atlantic Canada. *Climate Dynamics* 8, 177-187.
- WOLFE, A. P. & BUTTLER, D. L. (1994) Late glacial and early Holocene environments at Pine Hill Pond, Newfoundland, Canada: evidence from pollen and diatoms. *Boreas* 23, 53-65.

Recibido: 5/6/97

Aceptado: 10/9/97