

Los microfósiles del lago miocénico de la Cerdaña como indicadores ecológicos

POR

RAMÓN MARGALEF.

Los trabajos de paleolimnología del tipo de los de BRADLEY (1948) y DEEVEY (1953, 1955), con sugerir vastas posibilidades, han tenido pocos seguidores. Sigue arraigada la costumbre de despreciar la ganga en que se encuentran los microfósiles de sedimentos lacustres, perdiendo con ella la información que pueden aportar los microfósiles —polen, esporas, espículas de esponjas, diatomeas, restos de crustáceos, etc.— y otros indicadores ecológicos —varvas, inclusiones piritosas, etc.—. Una de las ventajas de los microfósiles estriba en su densidad numérica, que se presta a estudios biométricos y los hace adecuados a una estratigrafía de pequeña escala, que culmina cuando es posible reconocer capas anuales por medio de la sucesión de organismos (MARGALEF, 1953). No todos los sedimentos lacustres conservan en la misma medida documentos utilizables; los frústulos de diatomeas no siempre se conservan bien, y su simple persistencia es indicadora de condiciones que evitaron su disolución y corrosión (aguas poco alcalinas y ricas en silicio, entre otras). Como siempre, la tanatocenosis depositada en el fondo de un lago no representa más que un fragmento de la comunidad que le dió origen, con sobrerrepresentación de las especies que dejan restos más resistentes a los agentes de destrucción y adición de restos alóctonos, procedentes, por ejemplo, de arrastres de los afluentes. Un estudio crítico de los restos de diatomeas contenidos en un sedimento nos puede proporcionar una información más amplia de lo que generalmente se cree. La composición florística permite conclusiones sobre la salinidad del agua y lo que se llama vagamente eutrofia, relacionado con la riqueza en sales nutritivas y ligado a la edad del lago, así como sobre la temperatura. Esta nos viene indicada también por las dimensiones de cada una de las especies. La proporción de formas planctónicas da idea de las dimensiones del lago, y la deposición de sedimentos ricos en materia orgánica, formados en condiciones reductoras, es indicio de una estratificación térmica permanente de las aguas.

Los sedimentos del extenso lago de la Cerdaña, bien conocido por sus fanerógamas y mamíferos fósiles, contienen abundantes restos de diatomeas, acompañados de espículas de esponjas y algunos granos de polen. He tenido ocasión de examinar varias muestras, cada una perteneciente a un

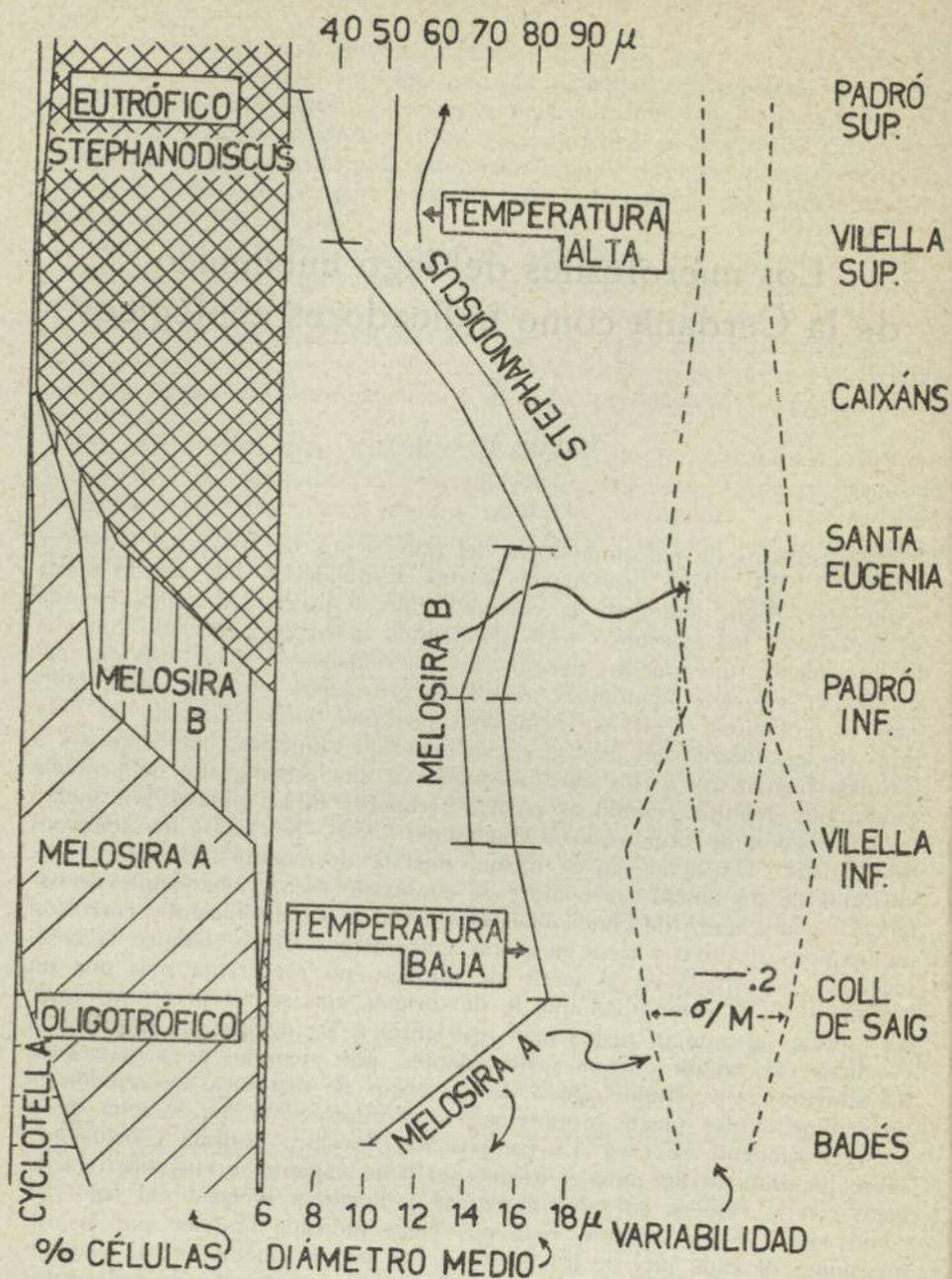


Fig. 1.—Composición de la tanatocenosis (izquierda): dimensiones medias de *Melosira* (escala inferior) y *Stephanodiscus* (escala superior, en el centro) y variabilidad en las dimensiones de *Melosira* (derecha) en muestras correspondientes a distintos yacimientos, que se han seriado, a la derecha, según su probable sucesión en el tiempo, suponiendo un desarrollo normal del lago, de la oligotrofia inicial a la eutrófia final. Las rayas horizontales en las líneas de las dimensiones indican el error de la media en cada punto.

nivel muy preciso, proporcionadas por los Sres. CRUSAFONT, SUNYER y VILLALTA, y puede ser de algún interés comentar algunas conclusiones previas que se deducen de su estudio. M.^a T. RODRÍGUEZ MELLADO y J. MENÉNDEZ AMOR (1948) publicaron una breve nota sobre la misma microflora fósil, llegando a conclusiones muy diferentes de las que se sientan en esta comunicación. La primera de las conclusiones presentes es que el material es excepcionalmente interesante y es de urgencia estudiar un perfil completo, que nos permitirá la reconstrucción de la evolución del lago a lo largo de su existencia y, con ella, las fluctuaciones climáticas de la comarca en que estaba enclavado.

Todas las especies identificadas en los sedimentos son de agua dulce y, salvo una fracción inferior al 1 por 1.000, corresponden a formas planctónicas, como es de esperar en un lago de grandes dimensiones. Estas formas planctónicas pertenecen al grupo de las centrales y se pueden clasificar en cuatro especies: una *Cyclotella* casi idéntica a la actual *C. catena* BRUN.; dos especies de *Melosira* (junto con raros ejemplares de una tercera forma no estudiada) del grupo que BETHGE (1925) llama *M. "polymorpha"* (incluyendo *M. distans*, *M. islandica*, *M. granulata*, etc.), y una de las cuales se puede asimilar a la actual *M. islandica* O. MÜLL. subsp. *helvetica* MÜLLER (*Melosira* A en el esquema adjunto); la otra forma (*Melosira* B) pertenece también posiblemente al grupo de la *M. islandica* y difiere de la anterior por células más cortas y de membrana más gruesa, con una rudimentaria formación de cámaras, cada una de las cuales abarca dos filas perivalvares de poros; la cuarta especie es un *Stephanodiscus* grande, del grupo *astraea* o *niagarae*, pero con la escultura más apretada y prácticamente sin líneas radiales, de manera que semeja un *Coscinodiscus* (*C. lacustris*), si bien la forma del margen de las valvas, provistas de espinas, y la ondulación concéntrica de las mismas valvas son las típicas en el género al que se atribuye.

El género *Cyclotella* es, en general, indicador de aguas oligotróficas; el grupo de la *M. "polymorpha"* encierra especies de ecología muy diversa; las formas actuales de *M. islandica* viven en aguas de condiciones intermedias (mesotróficas), en las que se desarrollan principalmente durante el invierno; *M. islandica helvetica* es común en grandes lagos de Europa Central, de mesotróficos a eutróficos. Los *Stephanodiscus*, en general, y las especies de gran tamaño, en particular, viven exclusivamente en aguas eutróficas y alcalinas, incluso en las que poseen considerable residuo mineral (hasta unos 5 gr. por l.). *C. astraea* y *M. granulata* son elementos muy comunes en tanatocenosis actuales de lagos eutróficos, cuya biocenosis puede incluir otras diatomeas, como *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, etc., de frústulos menos resistentes.

El diámetro medio de una especie está relacionado con la temperatura bajo la que se desarrolla. Un aumento de diámetro significa un descenso general en la temperatura de las aguas o bien que la especie pasa a desarrollarse preferentemente en invierno. La variabilidad de las dimensiones de los frústulos encontrados en un estrato puede ser correlativa de la oscilación térmica anual o del período más o menos largo, dentro de cada año, en que la especie se desarrolla. Cuando la competencia de otra especie limita el desarrollo de un organismo a un período más breve dentro del año, su variabilidad en el tamaño resulta disminuída (quizá éste es el caso

a nivel de "Padró inf.", en que compiten las dos *Melosira* (véase figura). Las *Melosira* de la Cerdaña muestran una distribución del tamaño discontinua, como *M. sulcata*, de la ría de Vigo (MARGALEF, 1956); BETHGE (1925), en *M. islandica helvetica*, observa una distribución plurimodal parecida, con máximos alrededor de los diámetros de 7, 11, 15, 19 y 22 μ . En las dos especies de nuestros sedimentos los máximos se dan en 8,5, 11, 15, 20, 23, 28, 33, 36, 40, 43 y 48 μ . Cuando el diámetro medio aumenta, lo que se incrementa es la representación relativa de las clases de mayor diámetro. En *M. sulcata* una diferencia de unos 20° C. en la temperatura correspondía aproximadamente a una diferencia de alrededor 5 μ en el diámetro medio de la población.

Los datos numéricos obtenidos figuran en la tabla adjunta. Lamentablemente no se conocen las relaciones estratigráficas entre las diversas muestras analizadas. De todas formas, la evolución normal de un lago conduce de la oligotrofia a la eutrofia, y si no han mediado fenómenos de rejuvenecimiento en forma de aumento de la profundidad, es lógico aceptar que los materiales de Santa Eugenia, Caixáns, barranco de Vilella superior y Padró superior, que encierran restos de comunidades de aguas eutróficas, son más recientes que los de Badés, Coll de Saig, Barranco de Vilella inferior y Padró inferior. Dentro de esta división bipartita la ordenación seguida en la figura adjunta es más arbitraria, aunque tiene cierta lógica, pues intenta seguir este gradual proceso de eutrofización, en la hipótesis de que ha sido único y normal. En este orden se tiene un cambio gradual de la temperatura, con un enfriamiento inicial, hasta una temperatura igual o inferior a la actual en la comarca, seguida por un recalentamiento considerable, aunque a la gran disminución final del diámetro ha podido contribuir el aumento de eutrofia y rápida disminución de profundidad del lago. Estas observaciones confirman la heterogeneidad de clima a que corresponden los fósiles conocidos en los diversos yacimientos.

FRÚSTULOS DE DIATOMEAS EN MUESTRAS DE DISTINTOS YACIMIENTOS DE LA CERDAÑA.

Tanto por ciento de individuos en la tanatocenosis total, y media y dispersión del diámetro (en micras) de las células en las cuatro especies más comunes de diatomeas céntricas planctónicas. Con frecuencias inferiores al 1 por 1.000, se reconocieron restos de *Cymbella*, *Epithemia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Peronia* ? y *Tetracyclus* ? Las cifras entre paréntesis son medias obtenidas sobre menos de 10 células o sobre individuos más numerosos (*Stephanodiscus*), pero de valvas frágiles, en los que la proporción de fragmentados y no medidos es mayor en las clases de mayor diámetro, lo cual quita valor representativo absoluto a la media calculada.

	Badès	Coll de Saig	Barranco de Vilella (inferior)	Padró (inferior)	Santa Eugenia	Caixáns	Barranco de Vilella (superior)	Padró (superior)
M σ	12 % 19,6 ± 0,7 2,62	1 % (24,0)	—	—	1 % (24,0)	—	—	—
(<i>islandica</i> <i>helvética</i>) M σ	87 % 10,2 ± 0,2 2,8	98 % 17,2 ± 0,8 10,1	95 % 15,7 ± 1,0 11,9	29 % 15,1 ± 0,6 4,5	21 % 16,3 ± 0,8 7,8	1 % (13,0)	1 % 8,2 ± 0,8 1,9	3 % 6,5 ± 0,3 1,8
(cl. <i>islandica</i>) M σ	—	—	5 % 14,0 ± 0,8 2,5	71 % 13,4 ± 0,4 4,9	14 % 15,1 ± 0,5 4,4	—	—	—
M	1 %	1 %	—	—	64 % (88,4)	99 % (74,0)	99 % (51,0)	97 % (52,0)

REFERENCIAS

- BETHGE, H.
1925. Melosira und ihre Planktonbegleiter. *Pflanzenforschung*, 3: 1-80.
- BRADLEY, W. H.
1948. Limnology and the eocene lakes of the Rocky Mountains region. *Bull. Geol. Soc. America*, 59: 635-648.
- DEEVEY, E. S.
1953. Paleolimnology and Climate, pp. 273-318, in *Climatic Change*, ed. H. Shapley, Harvard Univ. Press, Cambridge.
1955. Paleolimnology of the Upper Swamp deposit, Pyramid Valley. *Records Canterbury Museum*, 6: 291-344.
- MARGALEF, R.
1953. Observaciones paleoecológicas y geocronológicas sobre los sedimentos lacustres miocénicos de Hellín (Albacete). *Mem. Com. Inst. Geol. Prov.*, 10: 53-72.
1956. Paleoecología postglacial de la Ría de Vigo. *Investigación pesquera*, 5: 89-112.
- RODRÍGUEZ MELLADO, M.^a T., y J. MENÉNDEZ AMOR.
1948. Microflora fósil de Bellver. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 46: 69-85.