

**DISTRIBUCIONS DE MESURES
EN UNA DIATOMEA FÒSSIL**

Comunicació presentada el dia 18 de maig de 1972 per

MARTA ESTRADA

Departament d'Ecologia de la Facultat de Ciències
de la Universitat de Barcelona

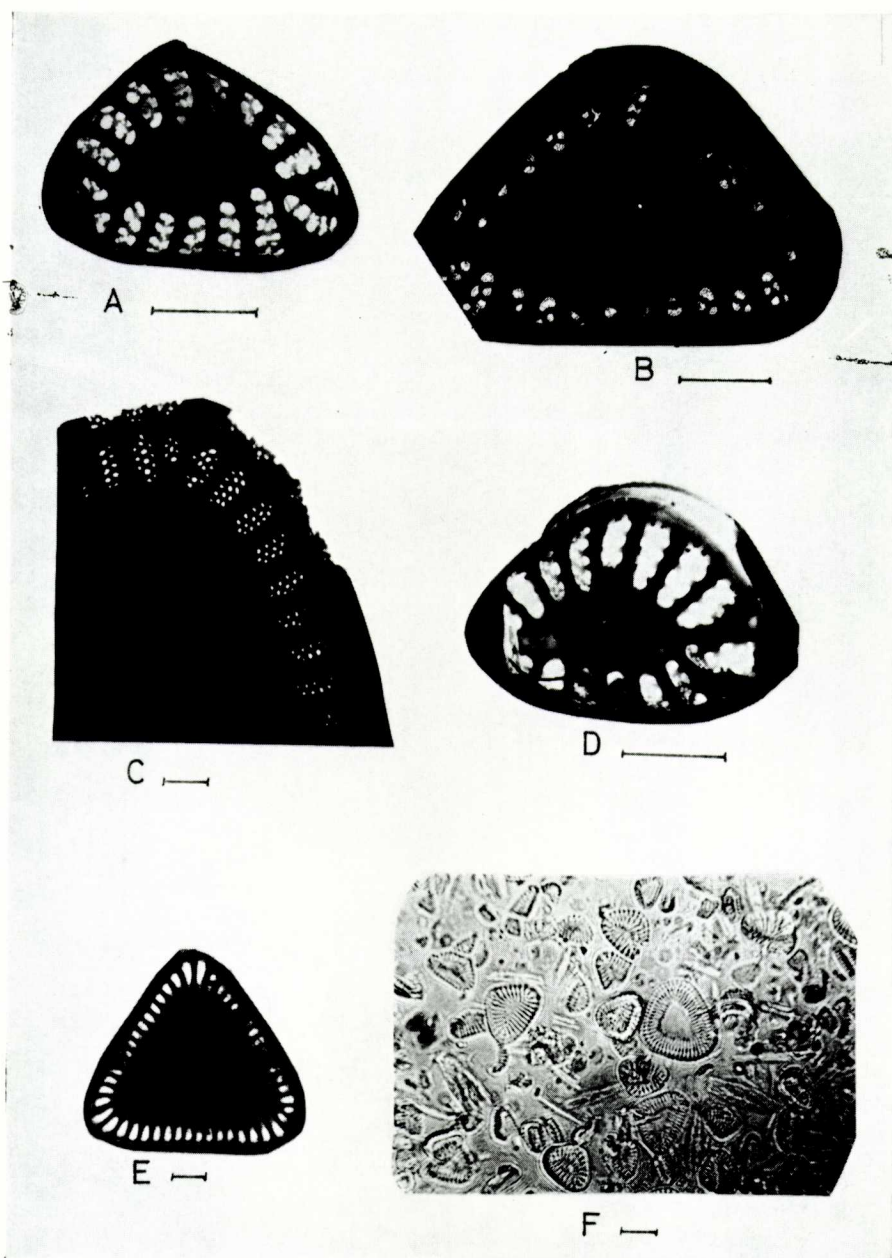


FIG. 1. — A-E, fotografies de les diatomees al microscopi electrònic, preses per Dolors Blasco. F, aspecte d'una preparació al microscopi òptic. Escales: A, 1 μm ; B, 1 μm ; C, 1 μm ; D, 1 μm ; E, 1 μm ; F, 10 μm

En aquest estudi preliminar s'exposen els resultats d'una sèrie de mesuraments realitzats en exemplars fòssils d'unes mostres de terra de diatomees procedents de Múrcia. Es tracta d'unes diatomees trigonals, de tipus cèntric, que constitueixen la major part de la massa del sediment. A la figura 1 es mostren algunes fotografies al microscopi electrònic preses per Dolors Blasco, i una al microscopi òptic. L'espècie és desconeguda; els dos tipus d'aspecte de les estries al microscopi electrònic marquen una diferenciació morfològica clara, però és discutible si això és suficient per a considerar aquestes formes com a espècies diferents.^{6 *}

La importància de la mida de les diatomees com a indicador ecològic ha estat indicada per diversos autors (MARGALEF, 1969).⁵ Circumstàncies climàtiques, com per exemple les variacions estacionals de temperatura, poden influir en la mida dels organismes; les diatomees, com altres éssers vius de diversos grups, tendeixen a ésser més grans quan estan sotmeses a temperatures més baixes. Malgrat que hom no posseïa dades sobre les temperatures en què havien viscut les diatomees, les valves de les quals formaren les capes d'aquests sediments, podia tenir interès de cercar possibles variacions de mida, que poguessin ésser expressió de diferents condicions de vida. D'altra banda, ja l'observació directa permetia de distingir franges de característiques diferents en el perfil de les mostres de sediment.

A partir d'un fragment de diatomita foren dutes a terme una sèrie de preparacions, de les quals han estat estudiades cinc (que anomenarem mostres A, B, C, D i E), separades mútuament per un gruix d'1 mm de sediment, en l'ordre indicat. Per a cada preparació foren mesurades dues dimensions de cadascuna d'un centenar de cèl·lules; si considerem aquestes com un triangle isòsceles, les dimensions triades representarien la base i l'altura, i així les anomenarem en aquest treball (fig. 2), bé que aquests mots no siguin gaire adequats per a referir-se a una valva de diatomea.

Distribucions de mida de l'altura i la base

La forma de divisió de les diatomees planteja un problema encara no definitivament resolt, en relació amb la distribució de mides dels indi-

* Acaba d'ésser publicat un treball sobre aquesta mateixa diatomea per SERNA i PELÁEZ (1971).

vidus d'una població. Les valves de la cèl·lula filla es formen dins les de la cèl·lula mare; per això, alguns autors afirmen que la mida mitjana de la població va minvant progressivament fins que es produeixen les auxòspores, que originen novament cèl·lules vegetatives de mida grossa. Si les divisions se succeïen de manera regular, aquest procés hauria de produir una distribució de mides de tipus binomial, amb $p=1/2$ (vegeu,

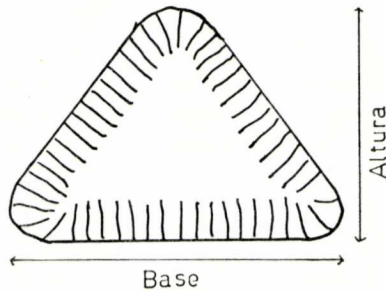


FIG. 2. — Esquema de les dimensions mesurades

per exemple, GEITLER 1932),² malgrat que, després d'un cert nombre de divisions, només trobariem, fonamentalment, les cèl·lules de les classes centrals de freqüència. De fet, sovint es troben distribucions que no tenen cap relació amb la suposada per aquesta teoria.

Els histogrames de freqüència pels intervals de mida de l'altura i de la base valvars de les 5 mostres són presentats a la figura 3. Les taules

TAULA I
DISTRIBUCIÓ DE MIDES DE LA BASE

Classe	Interval en div. de micròmetre	Interval en μm	Mostres				
			A	B	C	D	E
2	2-2,9	3,32-4,97	—	—	—	—	—
3	3-3,9	4,98-6,63	—	—	—	—	1
4	4-4,9	6,64-8,29	4	1	2	1	3
5	5-5,9	8,30-9,95	20	26	22	22	15
6	6-6,9	9,96-10,61	26	25	21	17	8
7	7-7,9	10,62-13,27	14	19	21	12	19
8	8-8,9	13,28-14,93	15	5	19	13	20
9	9-9,9	14,94-16,59	7	5	5	16	15
10	10-10,9	16,60-18,25	8	10	7	7	7
11	11-11,9	18,26-19,91	4	8	3	5	3
12	12-12,9	19,92-21,57	1	—	2	8	5
13	13-13,9	21,58-23,23	—	1	—	2	3
14	14-14,9	23,24-24,89	—	1	—	—	1
Totals			99	101	102	103	100

I i II donen els nombres d'individus per a cadascuna de les classes de freqüència. L'amplitud de cada interval correspon a la longitud d'una divisió de micròmetre (=1,66 μm) en les condicions que foren fetes

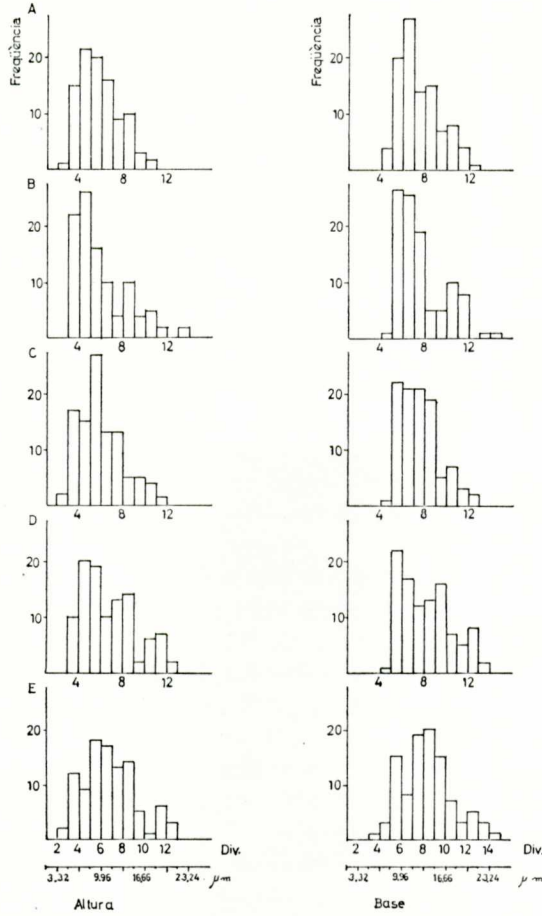


FIG. 3. — Histogrames de freqüència (expressada en nombre d'individus) per a les mostres A, B, C, D i E. L'abreviació Div. indica la mesura en divisions de micròmetre.

les mesures. Han estat indicats també els límits dels intervals en μm .

Les distribucions trobades, molt irregulars, en gran part a causa del baix nombre relativament de cèl·lules mesurades, semblen assenyalar, especialment a les mostres B, D i E, l'existència d'un polimorfisme. A la mostra B

TAULA II
DISTRIBUCIÓ DE MIDES DE L'ALTURA

Classe	Interval en div. de micròmetre	Interval en μm	A	Mostres				E
				B	C	D	(Nombre d'individus)	
2	2-2,9	3,32-4,97	2	—	2	—	2	
3	3-3,9	4,98-6,63	15	22	17	10	12	
4	4-4,9	6,64-8,29	22	26	15	20	9	
5	5-5,9	8,30-9,95	20	16	27	19	18	
6	6-6,9	9,96-10,61	16	10	13	10	17	
7	7-7,9	10,62-13,27	9	4	13	13	13	
8	8-8,9	13,28-14,93	10	10	5	14	14	
9	9-9,9	14,94-16,59	3	4	5	2	5	
10	10-10,9	16,60-18,25	2	5	4	6	1	
11	11-11,9	18,26-19,91	—	2	1	7	6	
12	12-12,9	19,92-21,57	—	—	—	2	3	
13	13-13,9	21,58-23,23	—	2	—	—	—	
Totals			99	101	102	103	100	

(altures) es troba un màxim principal a les classes 3-4 (de 4,98 a 8,29 μm) i màxims secundaris a les classes 8 (13,28-14,93 μm) i 10 (16,60-18,25 μm). En la distribució de mesures de la base de la mateixa mostra podem apreciar cims a les classes 5-6 (corresponent al grup d'altures 3-4) i 10-11, corresponent als grups d'altures 8 (el 10) i 10 (l'11). En la distribució d'altures de la mostra D observem cims a les classes 4-5, 7-8 i 10-11, als quals corresponen respectivament els màxims de bases a 5-7, 9 i 11-12. La mostra E presenta cims semblants a les classes 3, 5-5 i 11, corresponents als cims de les classes 5, 7-8 i 12 de la distribució de mesures de la base.

L'existència de polimorfisme en poblacions de diatomees ha estat indicada per alguns autors, com BETHGE (1925)¹ i MARGALEF (1957, 1958)^{3, 4}

TAULA III
VALORS MITJANS I DESVIACIONS TÍPIQUES PER A LA BASE, L'ALTURA
I LA RELACIÓ BASE/ALTURA

(Els números entre parèntesis es refereixen a l'error *standard*)

Mostra	Base		Altura		Base/Altura	
	Mitjana (μm)	Desv. típ.	Mitjana (μm)	Desv. típ.	Mitjana	Desv. típ.
A	10,9 (0,3)	3,1	9,2 (0,3)	3,1	1,34 (0,02)	0,24
B	12,1 (0,4)	3,6	9,3 (0,4)	4,9	1,37 (0,02)	0,21
C	11,7 (0,3)	2,9	9,4 (0,4)	3,2	1,32 (0,02)	0,19
D	13,3 (0,4)	3,8	10,8 (0,4)	4,0	1,26 (0,01)	0,13
E	13,4 (0,4)	4,0	10,9 (0,4)	3,7	1,28 (0,01)	0,15

A *Melosira sulcata*, els màxims corresponen a una relació de volums del tipus 1:2:4:8..., que sembla indicar una sèrie poliploide (MARGALEF, 1969).⁵

Les mitjanes i desviacions típiques de base i altura (en μm) i de la relació base/altura de les mostres A, B, C, D i E són exposades a la taula III. Els números entre parèntesis es refereixen a l'error *standard* de la mitjana.

Les cèl·lules de les mostres D i E tenen una mida mitjana clarament superior a la de les altres. Aquesta diferència pot estar relacionada, d'una banda amb un augment general de mida, i d'una altra amb una participació diferent dels diversos morfs en la població total. Això últim sembla tenir un paper molt important si hom compara, per exemple, les altures de les mostres B i E. Com a mètode objectiu per a aquesta comparació ha estat utilitzat el test de Kolmogorov. A la taula IV presentem un

TAULA IV

TEST DE KOLMOGOROV APLICAT A LES DISTRIBUCIONS D'ALTURA DE LES MOSTRES B I E

Classe	Interval (μm)	Freqüència acumulada (Nombre d'individus)		Freqüència proporcional acumulada (F.P.A.)		F.P.A. mostra B F.P.A. mostra E
		B	E	B	E	
2	3,32-4,97	—	2	—	0,020	0,020
3	4,98-6,63	22	14	0,218	0,140	0,078
4	6,64-8,29	48	23	0,475	0,230	0,245
5	8,30-9,95	64	41	0,634	0,410	0,224
6	9,96-10,61	74	58	0,733	0,580	0,153
7	10,62-13,27	78	71	0,772	0,710	0,062
8	13,28-14,93	88	85	0,871	0,850	0,021
9	14,94-16,59	92	90	0,911	0,900	0,011
10	16,60-18,25	97	91	0,960	0,910	0,050
11	18,26-19,91	99	97	0,980	0,970	0,010
12	19,92-21,57	99	100	0,980	1,000	0,020
13	21,58-23,23	101	100	1,000	1,000	0,000

$$\sqrt{\frac{101 \times 100}{101 + 100}} = 7,09; \quad 0,245 \times 7,09 = 1,73 > 1,63 \quad (\text{Nivell de significació } 1 \%)$$

esquema dels càlculs. La probabilitat de trobar, per atzar, una diferència igual o superior a 0,245 entre les dues funcions de distribució (fig. 4), si provenen de la mateixa població, és igual o menor que un 1%; de fet, és clarament manifesta la diferència entre les distribucions de les

dues mostres, i el mateix podríem dir per a les mesures de la base. A la mostra E podem observar una clara disminució de la freqüència relativa dels grups de mida més petita. Una qüestió interessant, que demanaria potser un estudi al microscopi electrònic, fóra la de comprovar si les dues variants morfològiques de tipus d'estria corresponen a grups de mesura diferents.

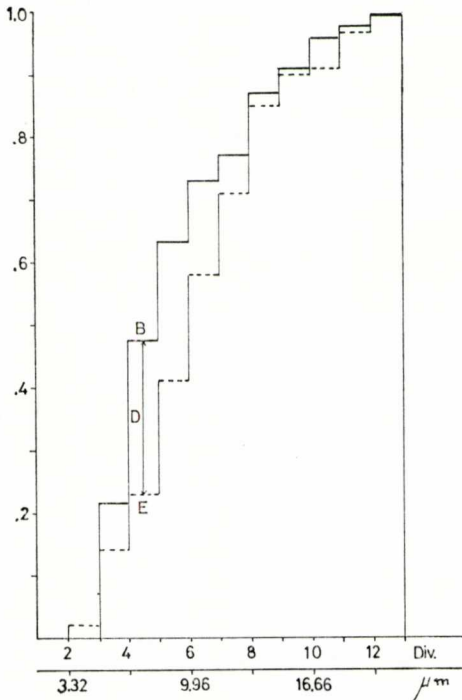


FIG. 4. — Funcions de distribució de les mesures d'altura de les mostres D i E

Relacions entre base i altura

La simple observació de les mostres estudiades feia ja veure que la forma d'aquestes diatomees estava relacionada amb la mida, de manera que les cèl·lules més grans eren també les menys equilàteres. La disminució de la relació base/altura (taula III) per a les mostres de mides més grans és també una indicació d'aquest fet.

Les dimensions dels organismes obeeixen sovint relacions del tipus $y = ax^b$, on a i b són constants; b és l'anomenada constant d'allometria, i si és diferent de la unitat hom diu que les dimensions x , y , presenten una relació d'allometria. Hom pot ajustar fàcilment una equació d'aquest

típus buscant l'equació de regressió lineal entre els logaritmes de x i y :

$$\log(y) = \log(a) + b \log(x)$$

La determinació de les constants b i a és molt interessant en diversos tipus d'estudis sobre morfologia i creixement.

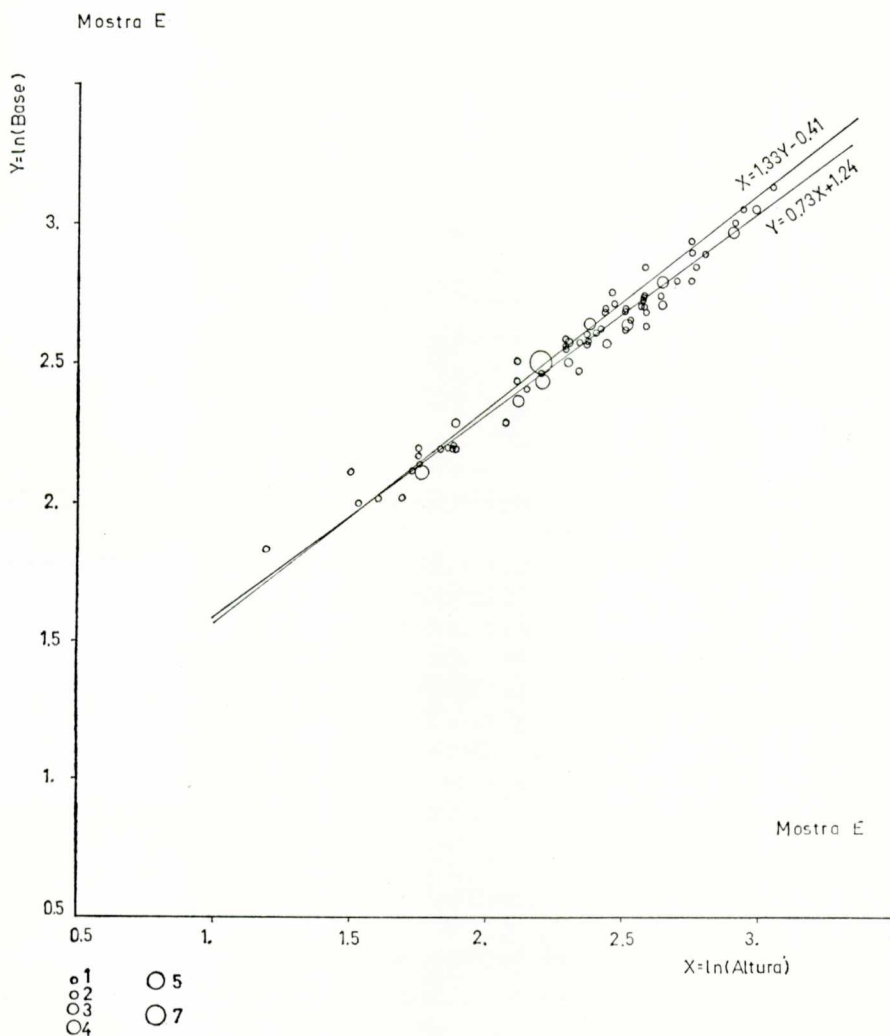


FIG. 5. — Situació dels punts corresponents als parells de mesures i equacions de regressió lineal entre \ln (Base) i \ln (Altura), per a la mostra E. Base i altura expressades en μm . El diàmetre dels cercles indica el nombre de punts coincidents.

Per tal d'estudiar les relacions al·lomètriques entre base (X) i altura (Y) de les valves de les diatomees mesurades, hom féu una transformació logarítmica de les dades i foren calculades les línies de regressió mínim quadràtiques entre les variables transformades.

Les equacions trobades per a les cinc mostres, si X i Y representen les mesures en μm de base i altura, són:

Mostra		Coefficient de correlació entre $\log(X)$ i $\log(Y)$
A ...	$X = 3,89 Y^{0,66}$ $Y = 0,76 X^{1,25}$	0,91
B ...	$X = 3,89 Y^{0,66}$ $Y = 0,55 X^{1,41}$	0,97
C ...	$X = 3,80 Y^{0,67}$ $Y = 0,62 X^{1,37}$	0,96
D ...	$X = 3,24 Y^{0,76}$ $Y = 0,76 X^{1,37}$	0,98
E ...	$X = 3,46 Y^{0,73}$ $Y = 0,66 X^{1,33}$	0,98

A la figura 5 són representades les posicions dels punts corresponents a cada parell de mesures base-altura d'una de les mostres, en una escala logarítmica. Hi ha una remarcable linealitat, com indiquen també els elevats coeficients de correlació.

La interpretació de distribucions de mida en poblacions de diatomees pot ajudar a resoldre algunes de les qüestions plantejades en relació amb el seu cicle vegetatiu i a obtenir interessants dades ecològiques. L'existència d'oscil·lacions cícliques de mida en valves conservades en els sediments pot ésser, per exemple, una indicació de fenòmens climàtics de tipus estacional. Pot ésser que hi hagi també altres tipus de tendències o oscil·lacions a diferents escales. Els estudis biomètrics poden contribuir, des d'aquest punt de vista, a aclarir problemes paleoecològics i paleoclimàtics.

BIBLIOGRAFIA

1. BETHGE, H. — «*Melosira*» und ihre Planktonbegleiter. «Pflanzenforschung», 3, 1-80 (1925).
2. GEITLER, L. — *Der Formwechsel der Pennaten Diatomeen (Kieselalgen)*. Reimpresió d'«Archiv für Protistenkunde», 78 (1932).
3. MARGALEF, R. — *La sedimentación orgánica y la vida en los fondos fangosos de la ría de Vigo*. «Inv. Pesq.», 11, 67-100 (1958).
4. MARGALEF, R. — *Paleoecología del lago miocénico de la Cerdaña*. «P. Inst. Biol. Aplic.», 25, 131-137 (1957).

5. MARGALEF, R. — *Size of centric diatoms as an ecological indicator*. «Mitt. Internat. Verein Limnol.», 17, 202-210 (1969).
6. SERNA, J., i PELÁEZ, J. R. — *Estudio de una diatomea fósil utilizando la microscopía electrónica por transmisión y de barrido*. «Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., s. Biol.», 69, 225-232 (1971).
7. WOODMANSEE, R. A. — *Cell-Diameter Frequency Distributions of the Planktonic Diatom «Rhizosolenia alata»*. «Publ. Institute of Marine Science, Texas», vol. 9, 117-131 (1963).