

Variación y regulación de la forma en el género *Ceratium*

por

J. LÓPEZ *

INTRODUCCIÓN

En 1955 publicamos un trabajo sobre la alometría de *Ceratium tripos*, intentando resolver el problema de la relación entre los diferentes tipos que se consideraban como subespecies, variedades o formas distintas.

Ante los resultados obtenidos y alentados por el profesor Dr. GARCÍA DEL CID, nos propusimos estudiar con mayor amplitud esta cuestión, comparando distintos grupos de especies, tratando de interpretar el significado biológico de sus diferencias y aclarar, en lo posible, la confusión existente entre el sinnúmero de nombres dados a cada una de las posibles formas de las distintas especies del género. Para ello contábamos con la ayuda del Dr. MARGALEF y con sus trabajos y observaciones sobre el plancton del Mediterráneo que pretendemos estudiar.

El profesor BURRELLY (1956), al hacer un juicio crítico de nuestro trabajo, anteriormente citado, en *Revue Algologique*, concluye así su análisis :

«Cette belle étude permet à l'auteur de conserver, pour la Méditerranée, deux variétés de *C. tripos* : *C. tripos* var. *pulchellum* et *C. tripos* var. *tripodioides* dont il précise les diagnoses. La variété atlantique qui n'a pas été étudiée, est conservée provisoirement.

Cet intéressant travail met un peu d'ordre dans la systématique des *Ceratium* ; il faut espérer que l'auteur étendra ses recherches à d'autres

* Instituto de Investigaciones Pesqueras. Paseo Nacional, s/n. BARCELONA-3

espèces du même genre car le taxinomiste se perd dans un dédale de variétés et de formes dont la valeur aurait besoin d'être éprouvée.»

Juicio que influyó también a que continuáramos el estudio comenzado.

Distintos autores, principalmente desde JÖRGENSEN (1920), han señalado, reiteradamente, que las diferencias existentes en las diversas formas de las especies del género podrían responder a algún significado, entendiendo que, al presentar la forma y amplitud de sus cuernos cierta regularidad, de una manera constante, estas diferencias vendrían fijadas por causas susceptibles de ser determinadas y analizadas; así se han discutido, como posibles, entre otras, la influencia del medio, en especial la temperatura y salinidad; sentido de adaptación a la viscosidad del agua, aun cuando los Dinoflagelados son organismos activos; poder absorbente; y aún se ha tenido en cuenta la posibilidad de existir diferentes tipos geográficos.

El conocer las causas determinantes de estas diferencias tendría como consecuencia importante su aplicación en sistemática, lo cual añade interés a la cuestión, por ser éste un problema muy discutido; así, recientemente SOLUM (1962) señala que el estudio de los Dinoflagelados, con su gran número de especies y variedades, encierra considerables dificultades de orden taxonómico. Según este autor, SCHILLER (1937) procuró agrupar gran número de variedades en una sola especie, e insiste en que PAULSEN (1949) hace ver el gran número de variedades y formas establecidas, debido a que muchas veces se han tenido en cuenta caracteres no consistentes.

Por su parte, PAVILLARD que en 1931 creó la subespecie mediterránea de *Ceratium tripos*, no estando de acuerdo con PAULSEN (1930), el cual rectificó a su vez el criterio de JÖRGENSEN (1911), en 1937 se confesaba desorientado ante el embrollo sistemático de tantas formas distintas.

Ya JÖRGENSEN (1920) comentaba, a propósito de *Ceratium candelabrum*, que GOURRET en 1883 describió esta especie como nueva, que por otra parte era conocida desde 1859, dándole, nada menos, que seis nombres diferentes, que indudablemente corresponden a la misma forma.

Nosotros hemos encontrado hasta 22 nombres distintos para las subespecies, variedades y formas de *Ceratium candelabrum*, 21 para *C. pentagonum* y 19 para *C. furca*, y aún 3 para *C. teres*, una especie que, aunque poco frecuente, no ofrece dificultades taxonómicas.

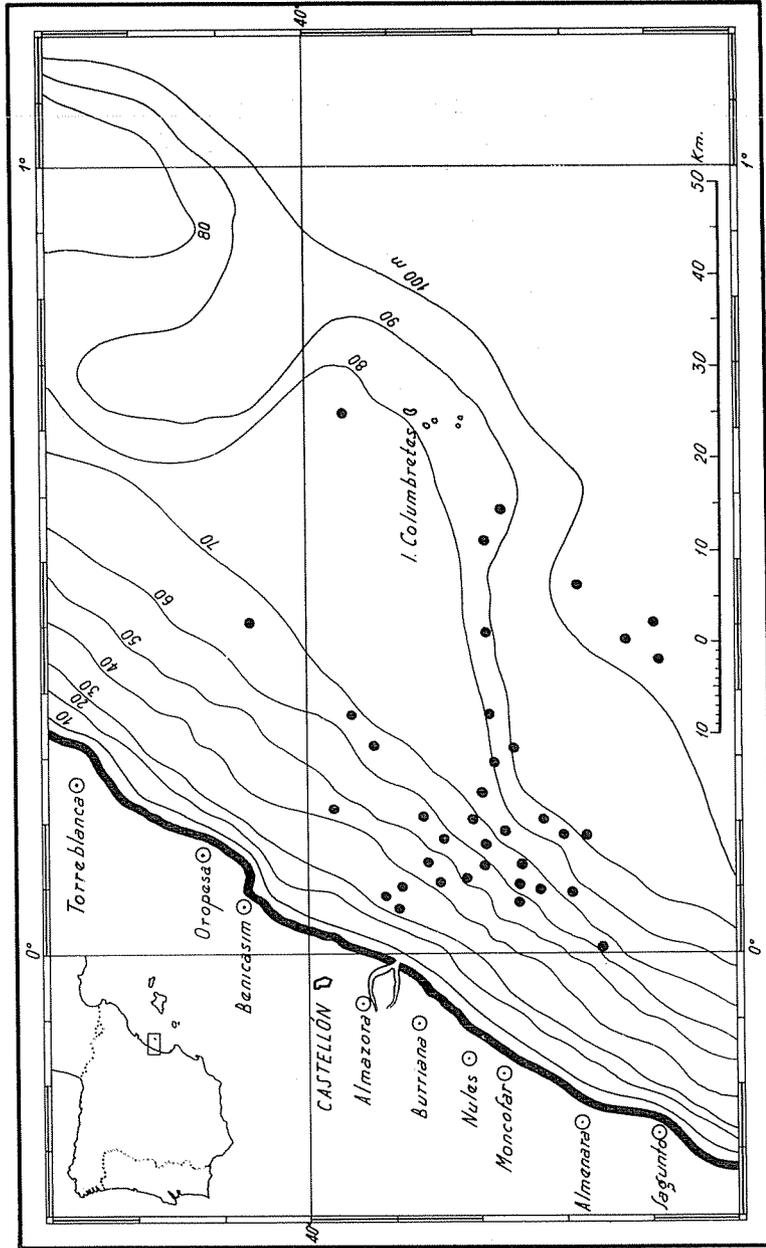
Finalmente, señalaremos que los doctores TRAVERS, en sus estudios del fitoplancton del golfo de Marsella (1962) y de la región de Tuléar, en Madagascar (1965), adoptan la nomenclatura propuesta por nosotros (LÓPEZ, 1955) para las formas de *Ceratium tripos*, considerando *C. tripos pulchellum* López como una variedad de dicha especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudian las especies del género *Ceratium*, de un ciclo anual completo, en 37 muestras de fitoplancton nerítico superficial, recogido, durante el año 1954, con una manga bicónica, de seda de cerner de 70 mallas por centímetro lineal (número 21), de un decímetro cuadrado de boca y provista de cubilete metálico cerrado con llave. Las muestras se obtuvieron en el Mediterráneo occidental, frente a las costas de Castellón y Valencia, en el sector comprendido entre Torreblanca y Sagunto (fi-

PESCAS DE PLANCTON

MUESTRA NÚMERO	FECHA 1954	SECTOR	FONDO, m	FONDO MANGA	PESCADO HORA
704	9-I	Moncofar	62	5	12-12.30
706	16-I	Benicasim	65	0	14-14.30
708	24-I	Almazora	75	7	12-12.30
710	9-II	Almazora	42	8	14-14.30
712	16-II	Nules	75	10	13-13.30
714	27-II	Oropesa	78	12	8.30-9
716	8-III	Almazora	58	10	12-12.30
718	15-III	Almazora	82	5	13-13.30
720	23-III	Castellón	83	7	13-13.30
722	5-IV	Castellón	108	8	14-14.30
724	14-IV	Almazora	45	10	13-13.30
727	23-IV	Benicasim	42	10	15.30-16
729	29-IV	Barra Alta	92	8	13-13.30
731	5-V	Barra Alta	92	7	13-13.30
733	13-V	Planaso	117	8	11-11.30
737	1-VI	Cofranás	88	8	16-16.30
739	16-VI	Planaso	122	10	13-13.30
741	23-VI	Planaso	117	8	9.30-10
744	14-VII	Burriana	90	8	10-10.45
746	19-VII	Torreblanca	67	0	12-12.40
748	28-VII	Burriana	67	8	10-10.40
750	4-VIII	Burriana	87	7	14.30-15
752	11-VIII	Benicasim	67	8	10-10.30
754	20-VIII	Burriana	67	8	14.30-15
756	8-IX	Almazora	70	7	15-15.30
758	15-IX	Burriana	87	7	16-16.30
760	22-IX	Burriana	58	7	10-10.30
762	5-X	Castellón	33	8	14.30-15
764	12-X	Castellón	90	7	14-14.30
766	20-X	Castellón	32	7	14-14.30
768	27-X	Castellón	33	7	14-14.30
770	8-XI	Burriana	63	7	14.30-15
771	16-XI	Almazora	50	7	14.30-15
774	24-XI	Almazora	58	7	14-14.30
776	10-XII	Almazora	67	7	14-14.30
778	19-XII	Castellón	58	7	14-14.30
780	30-XII	Almazora	67	7	14-14.30



● PESCAJAS DE FITOPLANKTON

FIG. 1. — Área de pesca del fitoplancton estudiado.

gura 1), de 0 a 12 m de profundidad, sobre fondos de 32 a 122 m de profundidad, más frecuentemente entre 60 y 90 m, es decir, de 5 a más de 50 km de distancia a la costa, según el registro de pescas de plancton.

Fueron examinados un número de individuos, de cada especie de *Ceratium*, proporcional a la abundancia que se presentaba en la muestra, los cuales fueron dibujados con cámara clara de Abbe, a 400 y a 600

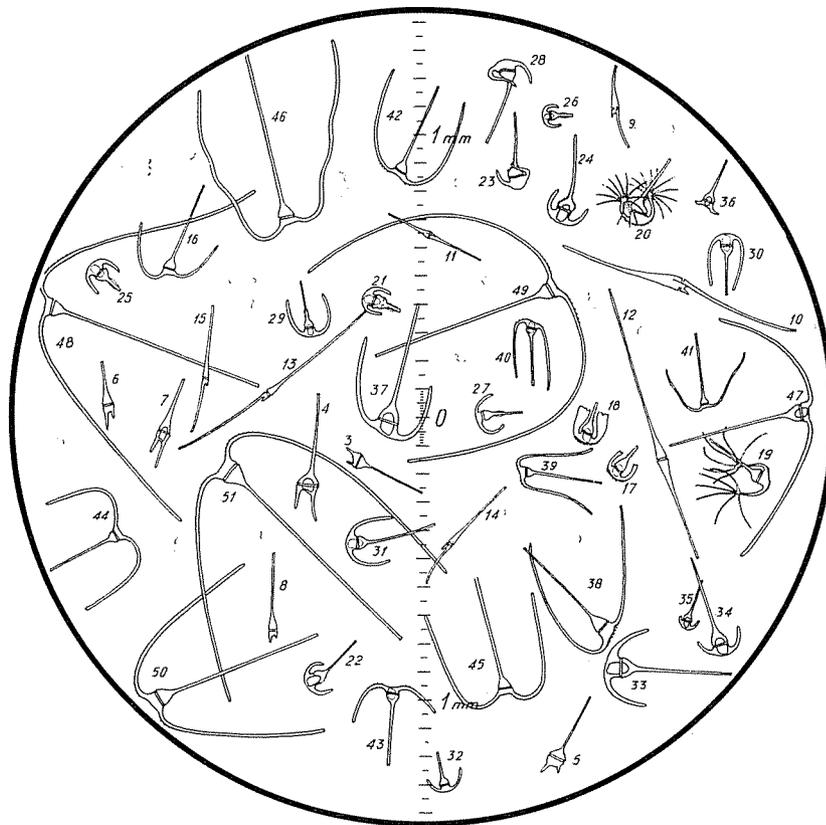


FIG. 2. — Especies de *Ceratium* observadas.

aumentos, aproximadamente, y los mayores también a unos 100 aumentos para así poder tener una visión del conjunto de la célula. Por tanto, todos los dibujos de *Ceratium*, así como los restantes dibujos y fotografías, del presente trabajo, son originales.

El total de especies observadas fue de 33, con 13 variedades (fig. 2) comprendidas en tres subgéneros :

Subgénero : *Biceratium*

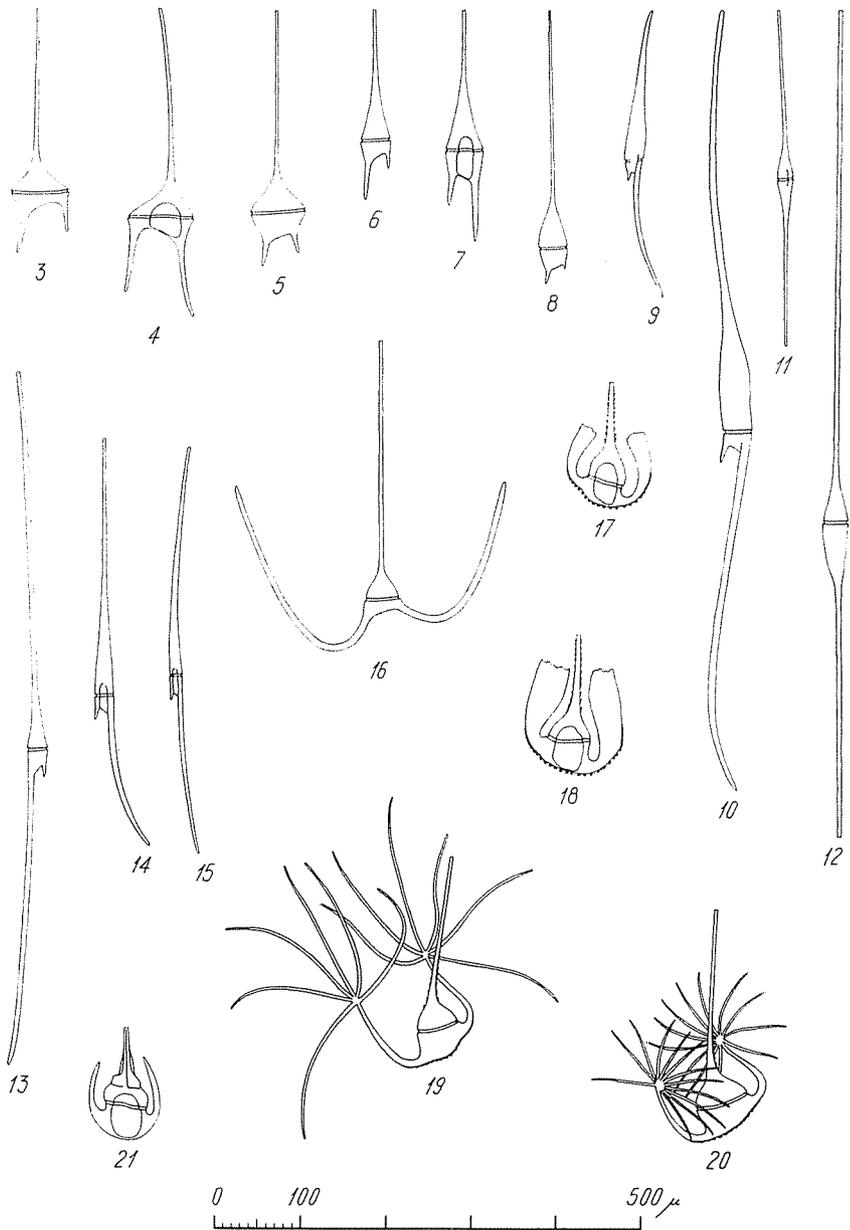
- Ceratium candelabrum candelabrum* (Ehrenberg 1859) (fig. 3).
C. candelabrum dilatatum (Gourret) Jörgensen, 1911 (fig. 4).
C. pentagonum Gourret, 1883 (fig. 5).
C. furca eugrammum (Ehrenberg) Jörgensen, 1911 (fig. 6).
C. furca Berghii Lemmermann, 1900 (fig. 7).
C. teres Kofoid, 1907 (fig. 8).

Subgénero : *Amphiceratium*

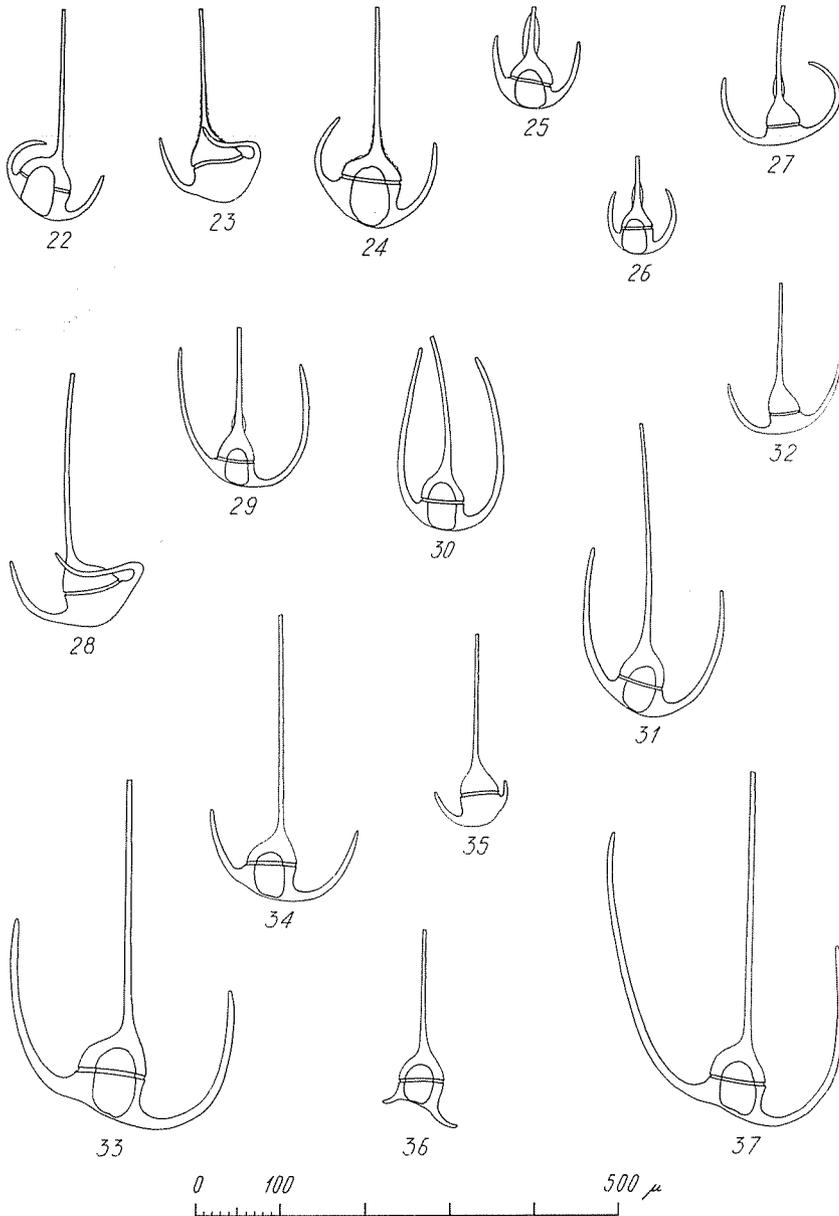
- C. falcatifforme* Jörgensen, 1920 (fig. 9).
C. inflatum (Kofoid) Jörgensen, 1911 (fig. 10).
C. fusus (Ehrenberg) Dujardin, 1841 (fig. 11).
C. extensum (Gourret) Cleve, 1901 (fig. 12).
C. strictum (Okamura y Nishikawa) Kofoid, 1907 (fig. 13).
C. falcatum (Kofoid) Jörgensen, 1920 (fig. 14).
C. longirostrum Gourret, 1883 (fig. 15).

Subgénero : *Euceratium*

- C. macroceros* (Ehrenberg) Cleve, 1900 (fig. 16).
C. platycorne Daday, 1888 (figs. 17 y 18).
C. ranipes Cleve, 1900 (figs. 19 y 20).
C. limulus Gourret, 1883 (fig. 21).
C. Schmidtii Jörgensen, 1911 (fig. 22).
C. gibberum Gourret, 1883 (fig. 23).
C. gibberum subaequale Jörgensen, 1920 (fig. 24).
C. Petersii Steemann Nielsen, 1934 (fig. 25).
C. azoricum Cleve, 1900 (fig. 26).
C. arietinum Cleve, 1900 (fig. 27).
C. concilians Jörgensen, 1920 (fig. 28).
C. symmetricum Pavillard, 1905 (fig. 29).
C. symmetricum coarctatum Pavillard, 1905 (fig. 30).
C. euarquatatum Jörgensen, 1920 (fig. 31).
C. declinatum Karsten, 1907 (fig. 32).
C. tripos atlanticum Ostenfeld, 1903 (fig. 33).
C. tripos tripodoides (Jörgensen) Paulsen, 1931 (fig. 34).
C. tripos pulchellum (Schröder) López, 1955 (fig. 35).
C. tripos ponticum Jörgensen, 1911 (fig. 36).
C. Karstenii Pavillard, 1907 (fig. 37).



Figs. 3-21. — 3. *Ceratium candelabrum candelabrum*. - 4. *C. candelabrum dilatatum*. - 5. *C. pentagonum*. - 6. *C. furca eugrammum*. - 7. *C. furca Berghii*. - 8. *C. tetres*. - 9. *C. falcatifforme*. - 10. *C. inflatum*. - 11. *C. fusus*. - 12. *C. extensum*. - 13. *C. strictum*. - 14. *C. falcatum*. - 15. *C. longirostrum*. - 16. *C. macroceros*. - 17 y 18. *C. platycorne*. - 19 y 20. *C. ranipes*. - 21. *C. limulus*.



FIGS. 22-37. — 22. *Ceratium Schmidtii*. - 23. *C. gibberum*. - 24. *C. gibberum subaequale*. - 25. *C. Petersii*. - 26. *C. azoricum*. - 27. *C. arietinum*. - 28. *C. concilians*. - 29. *C. symmetricum*. - 30. *C. symmetricum coarctatum*. - 31. *C. evarcuatum*. - 32. *C. declinatum*. - 33. *C. tripos atlanticum*. - 34. *C. tripos tripodioides*. - 35. *C. tripos pulchellum*. - 36. *C. tripos ponticum*. - 37. *C. Karstenii*.

- C. hexacanthum* Gourret, 1883 (fig. 38).
C. buceros molle (Kofoid) Schiller, 1937 (figs. 39 y 40).
C. buceros tenue (Ostenfeld y Schmidt) Schiller, 1937 (fig. 41).
C. horridum Gran, 1902 (figs. 42 y 43).
C. trichoceros (Ehrenberg) Kofoid, 1908 (figs. 44 y 45).
C. contrarium (Gourret) Pavillard, 1905 (fig. 46).
C. carriense Gourret, 1883 (figs. 47 y 48).
C. carriense volans (Cleve) Jörgensen, 1911 (fig. 49).
C. massiliense (Gourret) Jörgensen, 1911 (figs. 50 y 51).

Para su clasificación hemos establecido la clave dicotómica que se inserta al final, reseñando, igualmente, las especies que no han sido citadas en aguas españolas.

Comenzaremos el estudio del género *Ceratium* con el análisis del subgénero *Biceratium*, del cual hemos encontrado cuatro especies: *Ceratium candelabrum*, *Ceratium pentagonum*, *Ceratium teres* y *Ceratium furca* (foto 1), que estudiaremos primeramente por separado y a continuación en conjunto.

FORMA Y DIMENSIONES

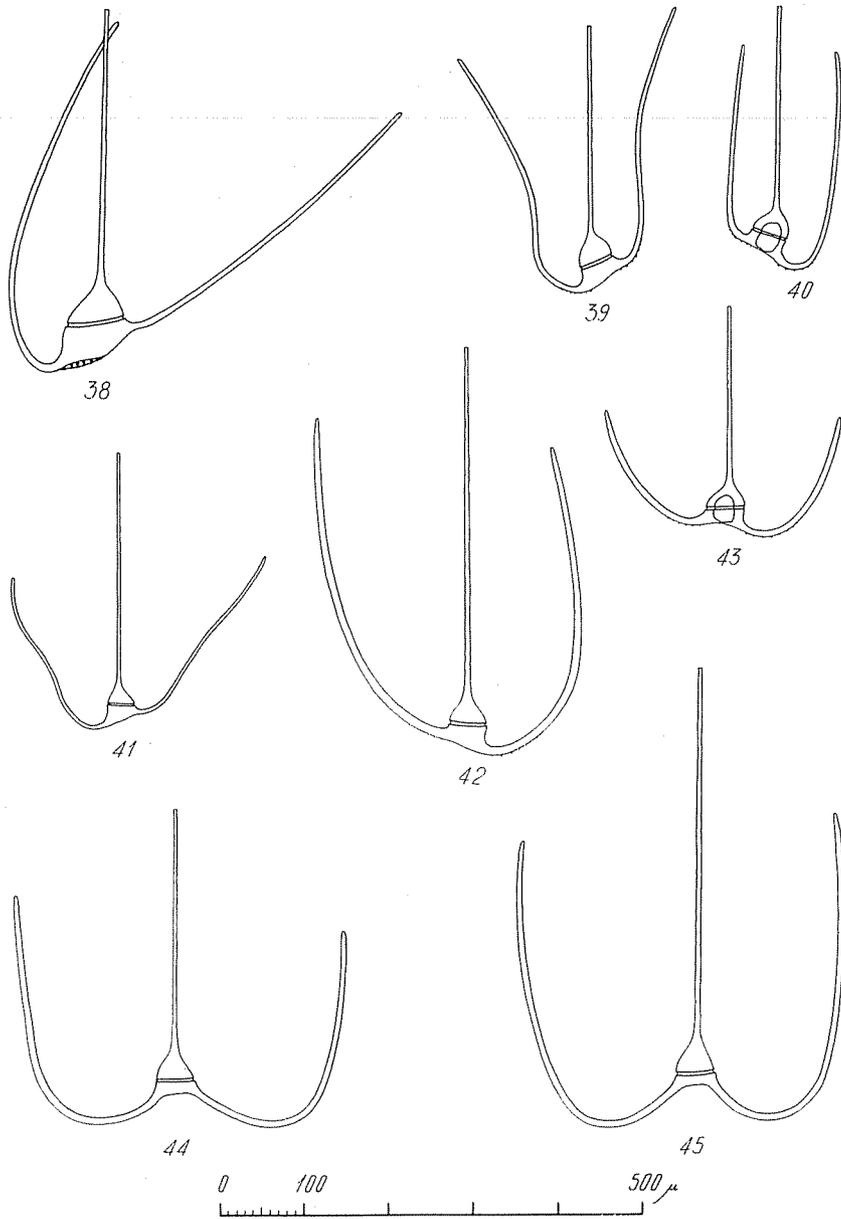
Ceratium candelabrum

Para el estudio de esta especie disponíamos de 1006 ejemplares, dibujados con cámara clara a 400 y a 600 aumentos, aproximadamente.

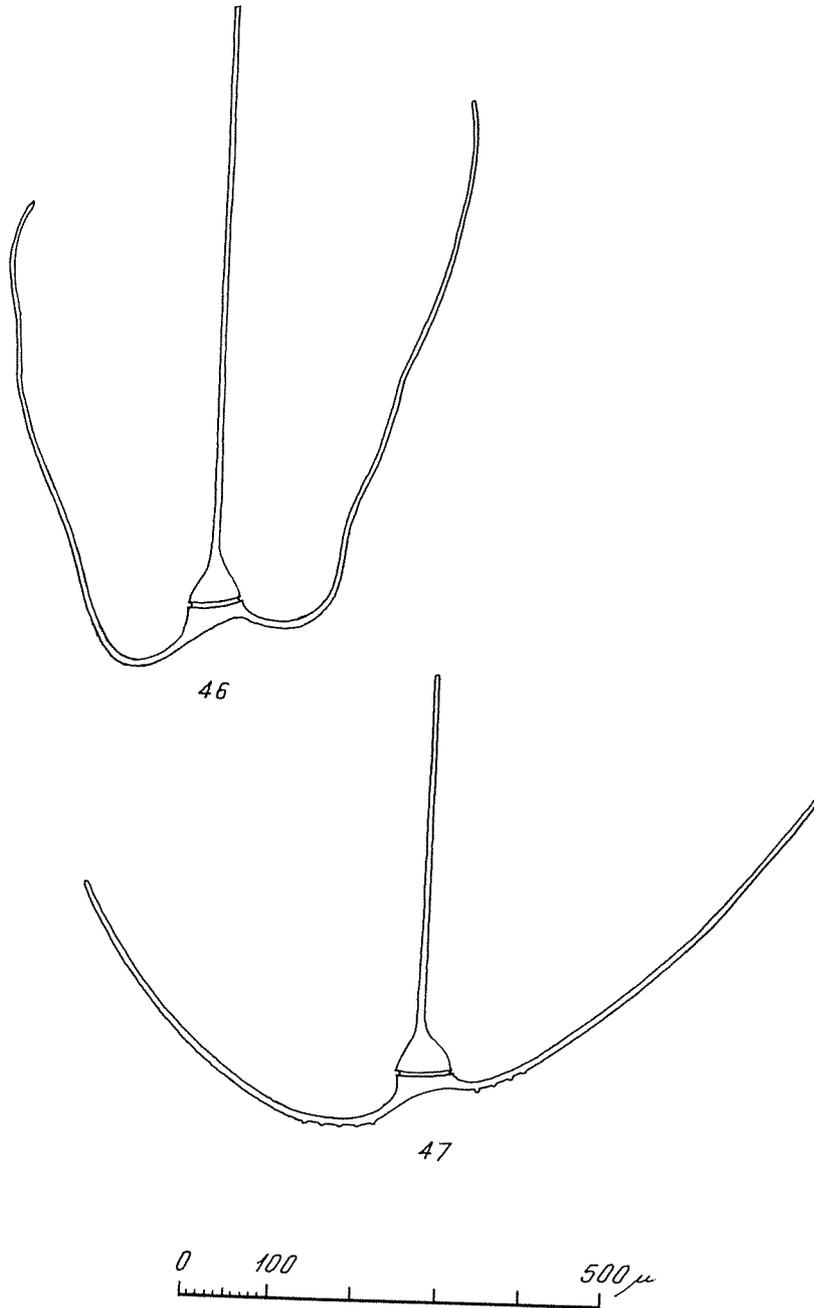
Por el examen morfológico de los individuos encontrados no pudo establecerse, en principio, ninguna diferenciación. Únicamente se apreciaba que unos ejemplares resultaban, en conjunto, más estrechos que otros y presentaban los cuernos antiapicales relativamente más largos, en relación a la longitud del surco, pero entre los de tamaño próximo la separación no resultaba fácil, por lo que procedimos a su estudio biométrico, midiendo en cada individuo la longitud, en micras, del diámetro transversal en el centro del surco y la de los cuernos antiapicales a fin de relacionarlos entre sí y determinar su tipo de variación.

Se consideró la célula en posición ventral, según el criterio generalmente seguido, con el ápice hacia arriba, de modo que el cuerno antiapical derecho, *A*, sería normalmente el de origen más alto respecto a la posición del surco y comúnmente más corto en esta especie, e izquierdo, *B*, que comienza a diferenciarse más abajo y es de mayor longitud, ambos en relación a la longitud del diámetro transversal o surco, *S*.

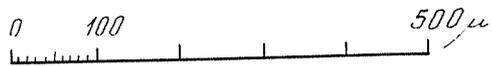
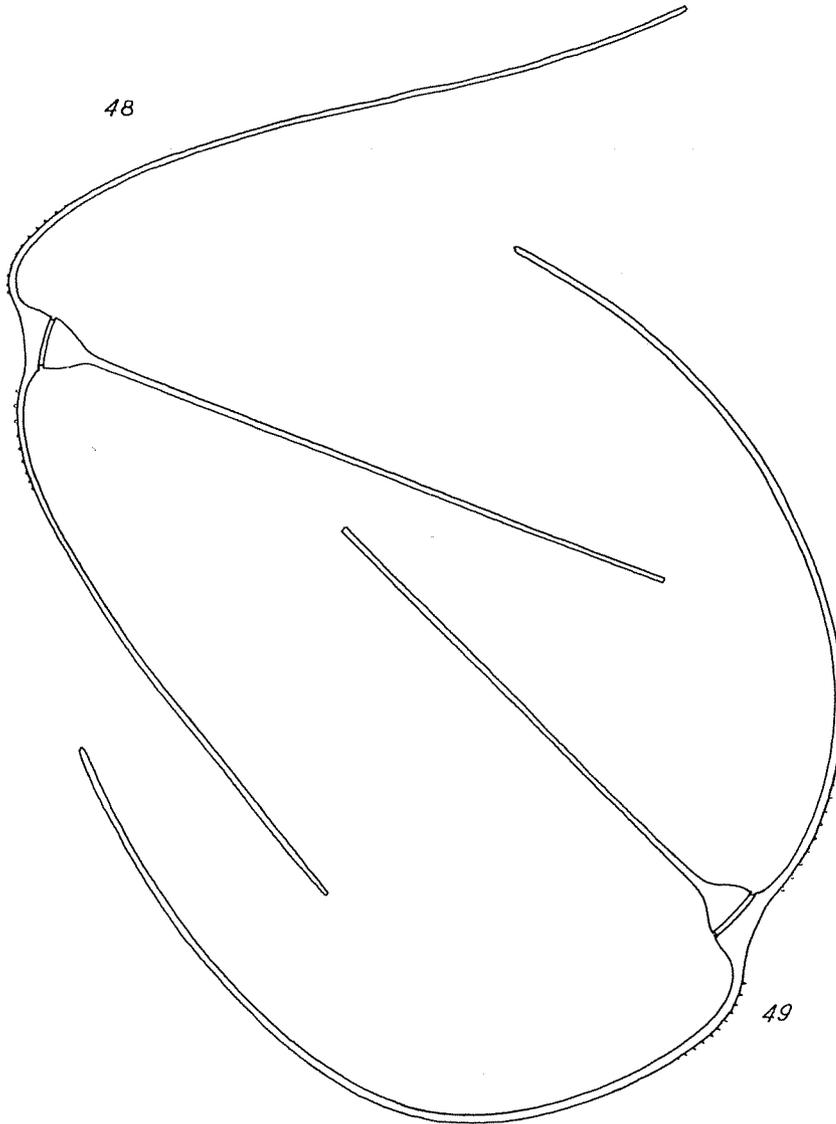
Para determinar la longitud de los dos cuernos antiapicales se tomó la distancia, en línea recta, que une el final del cuerno con el extremo



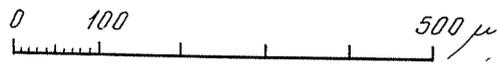
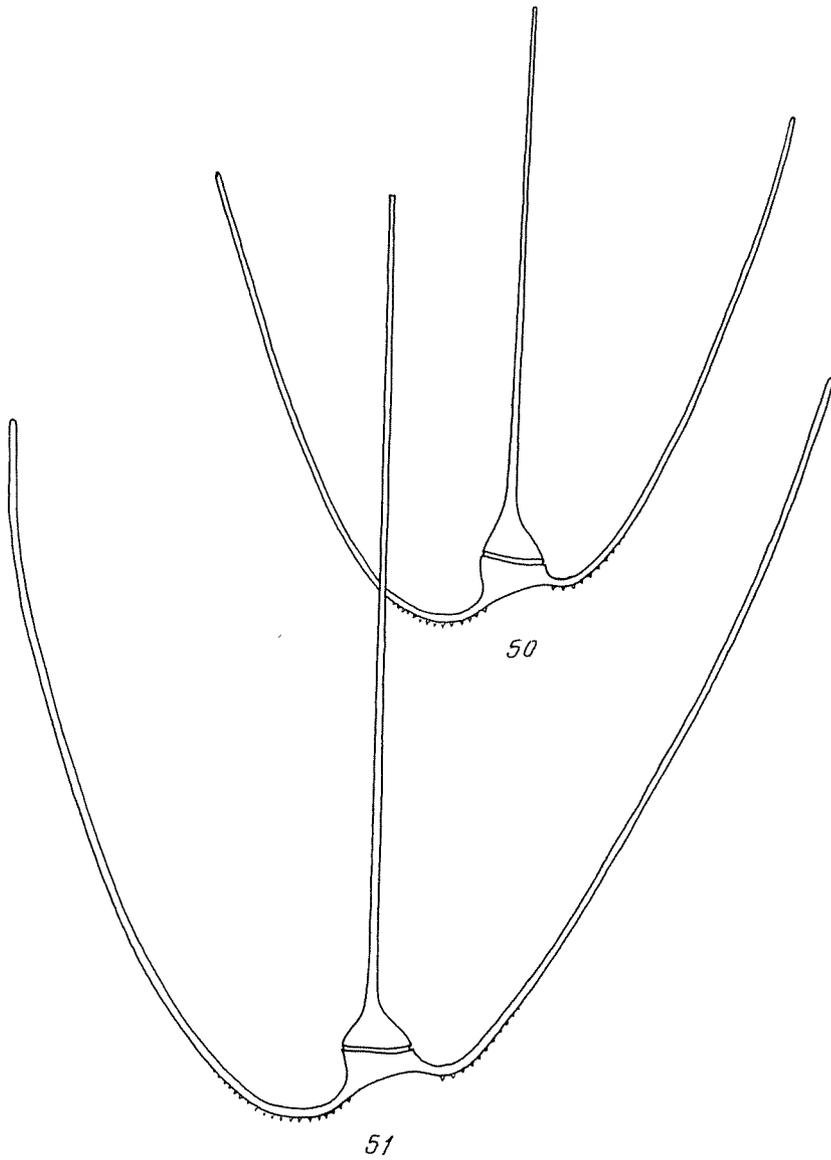
FIGS. 38-45. — 38. *Ceratium hexacanthum*. - 39 y 40. *C. buceros molle*. - 41. *C. buceros tenue*. - 42 y 43. *C. horridum*. - 44 y 45. *C. trichoceros*.



Figs. 46-47. — 46. *Ceratium contrarium*. - 47. *C. carriense*.



FIGS. 48-49. — 48. *Ceratium carriense*. - 49. *C. carriense volans*.



Figs. 50 y 51. — *Ceratium massiliense*.

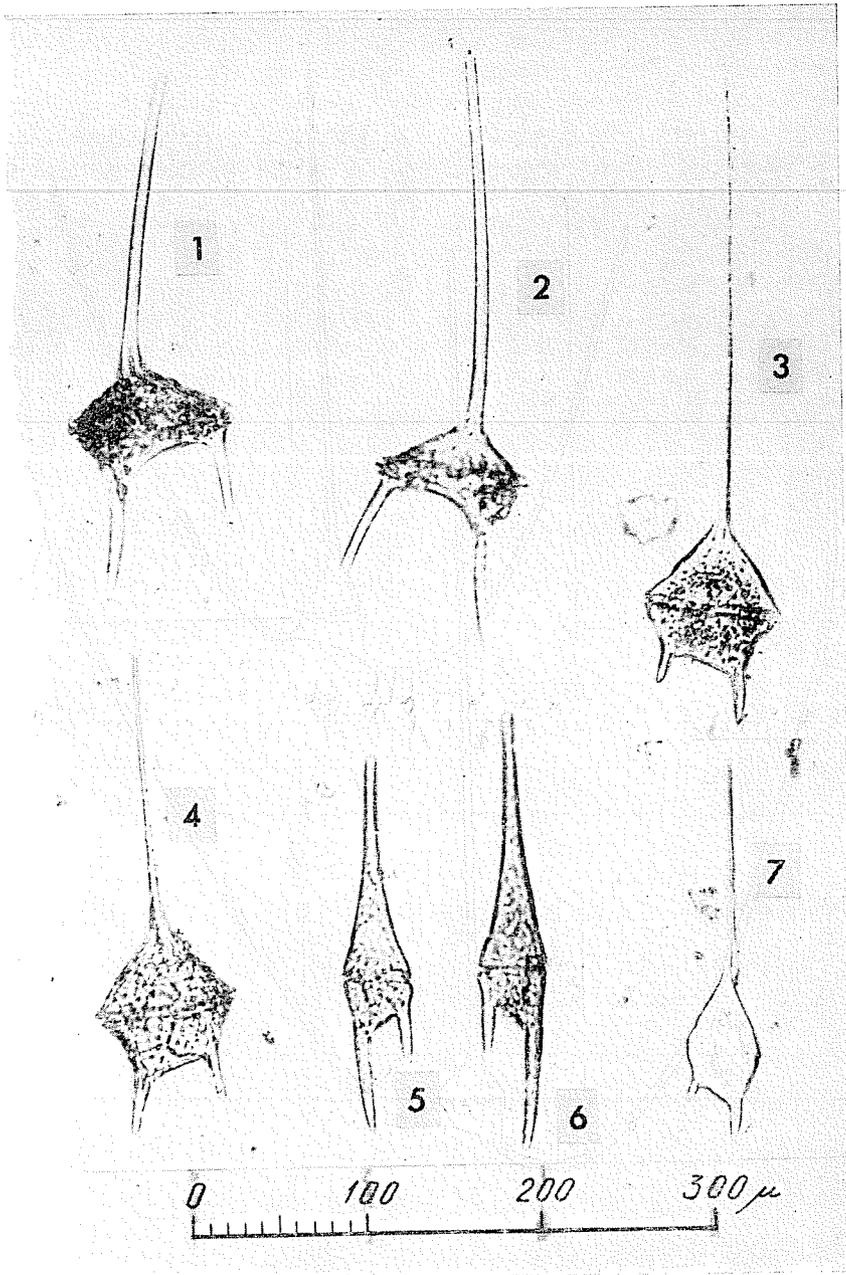


Foto 1. — 1, *Ceratium candelabrum candelabrum* (Ehrenberg). 2, *C. candelabrum dilatatum* (Gourret) Jörgensen. 3 y 4, *C. pentagonum pentagonum* (Gourret). 5, *C. furca eugrammum* (Ehrenberg) Jörgensen. 6, *C. furca Berghii* Lemmermann. 7. *C. teres* Kofoid.

correspondiente del surco (fig. 52), considerando como extremos del mismo la prolongación de la epivalva con la hipovalva por resultar así más precisa la medición.

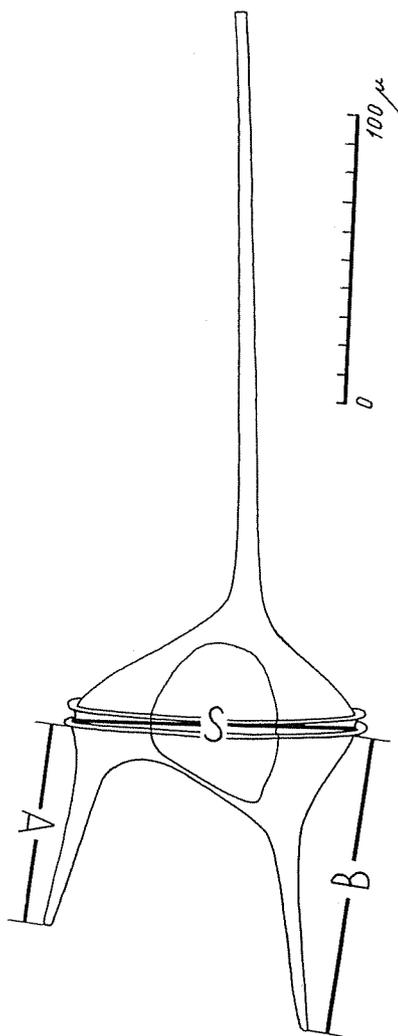


FIGURA 52. — *Ceratium candelabrum*. Longitudes medidas: diámetro transversal o surco, *S*; surco-cuerno antiapical derecho, *A*, y surco-cuerno antiapical izquierdo, *B*.

Aun cuando se pudo diferenciar perfectamente hasta media micra, sólo se estimó una micra como límite de apreciación para, de este modo, hacer menor el error.

A continuación se hallaron las coordenadas logarítmicas de cada ejemplar, llevando la dimensión del surco sobre el eje de ordenadas y la de cada uno de los dos cuernos antiapicales sobre el de abscisas, obteniendo,

en cada caso, para el cuerno antiapical derecho, *A* (fig. 53), e izquierdo, *B* (figura 54), una serie de puntos que, en su mayoría podían responder a una función lineal recta, si bien la ley de variación no era la misma para ambos cuernos, toda vez que el ángulo de inclinación resultaba marcadamente distinto.

Aparecía también otro conjunto de puntos, menos numeroso, pero importante, que correspondía a las células de cuernos antiapicales más largos, los cuales, indudablemente, no seguían la misma línea de variación de la mayoría.

Trazada la curva de variación, en papel logarítmico de probabilidad, se confirmó, sobre todo por lo que respecta al cuerno antiapical derecho, el más corto, que no seguía una línea recta continuada, apreciándose claramente una caída al final de la misma.

Ello podría interpretarse como que al llegar a cierta talla el surco ya no sería mayor, mientras los cuernos continuarían el mismo ritmo de variación, es decir, que se detendría su incremento en anchura, mientras continuaría en longitud. Pero analizando el conjunto de puntos obtenidos se observa que existe una brusca discontinuidad y hasta podría trazarse una línea de separación, hacia las 82μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho, que delimitaría los individuos de cuernos antiapicales más largos del resto, que podrían ser continuación, por lo que respecta a su variación, de algunos de aquéllos. En tal caso podrían existir dos líneas de variación, coincidiendo esta suposición con la idea de que la única diferencia posible era la longitud relativa de los cuernos antiapicales en relación a la longitud del surco.

Separados ambos grupos de individuos, determinamos la ecuación lineal recta que correspondía a cada serie y al total de ejemplares de la especie, relacionando la longitud de cada uno de los cuernos antiapicales con la del diámetro transversal o surco, por medio de una interpolación, siguiendo el método de los mínimos cuadrados, procedimiento que, aunque bastante laborioso, dado el gran número de ejemplares de que disponíamos, creímos podría resolver el problema planteado. También relacionamos los dos cuernos antiapicales entre sí (fig. 55).

Los resultados son:

Total de ejemplares de la especie:

$$S = 62,91429 \cdot A^{0,07310}$$

$$S = 35,66917 \cdot B^{0,19009}$$

$$A = 0,23729 \cdot B^{1,21921}$$

Cuernos relativamente más cortos:

$$S = 27,59062 \cdot A^{0,28183}$$

$$S = 11,88911 \cdot B^{0,43742}$$

$$A = 0,98040 \cdot B^{0,89746}$$

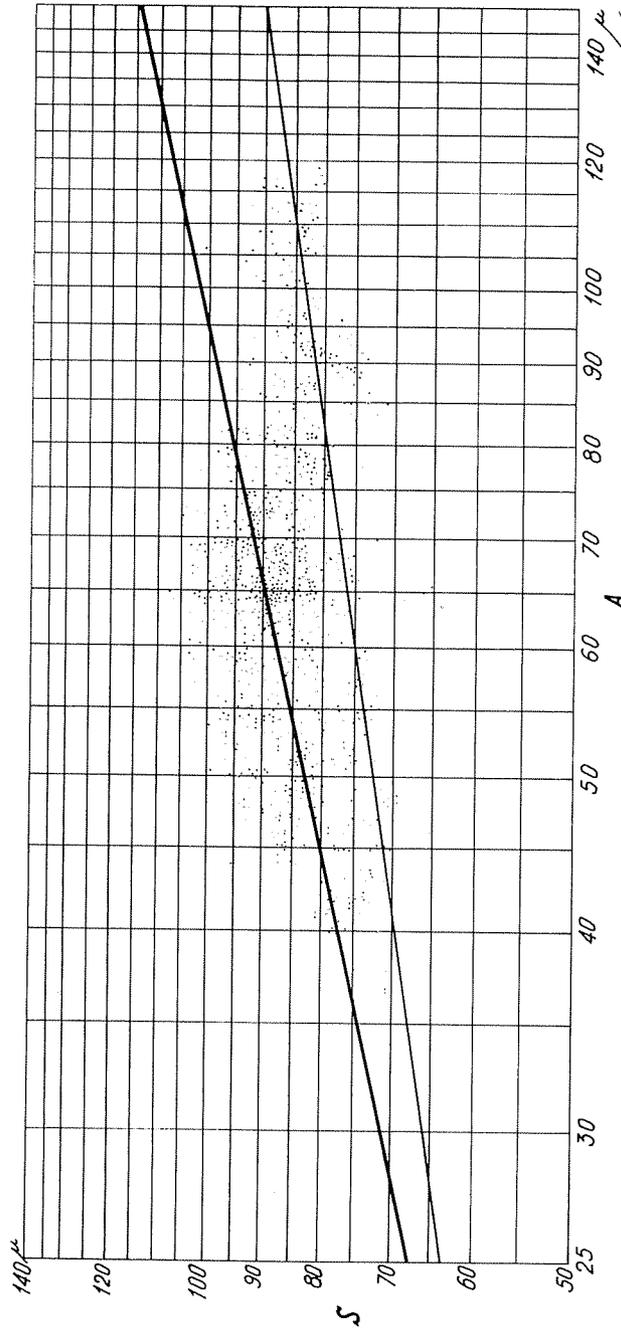


Fig. 53. — Relación entre la longitud del surco, S, y la del surco-cuerno antiapical derecho, A, en *Ceratium candelebrum* (trazo grueso) y *C. dilatatum* (trazo fino).

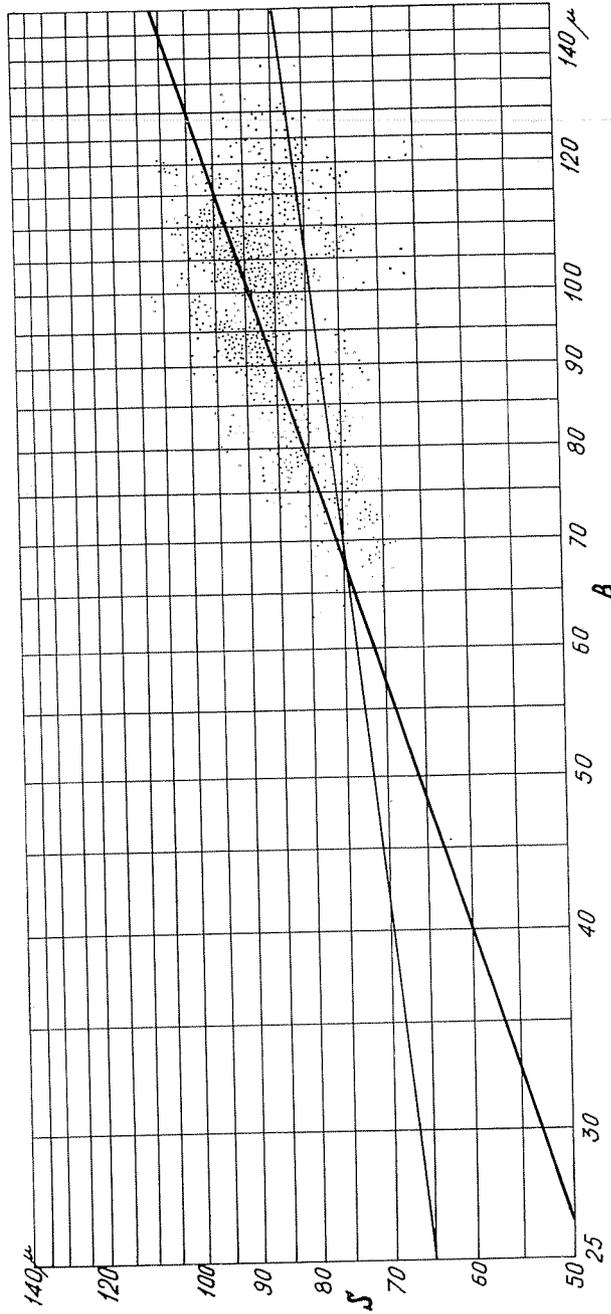


FIG. 54. — Relación entre la longitud del surco, *S*, y la del surco-cuerno antiapical izquierdo, *B*, en *Ceratium candela-brum candelabrum* (trazo grueso) y *C. candela-brum dilatatum* (trazo fino).

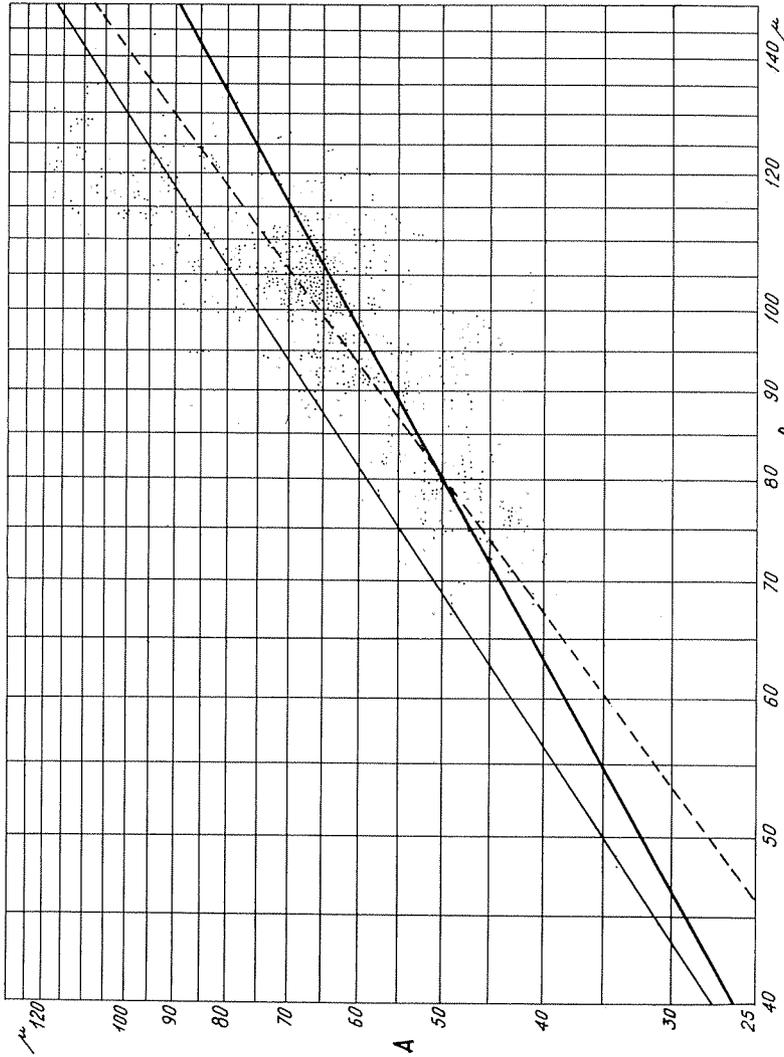


FIG. 55. — Relación entre la longitud del surco-cuerno antiapical derecho, A, y la del izquierdo, B, en *Ceratium candelabrum* (trazo discontinuo), *C. candelabrum candelabrum* (trazo grueso) y *C. candelabrum dilatatum* (trazo fino).

Cuernos relativamente más largos :

$$S = 34,30231 \cdot A^{0,19343}$$

$$S = 39,18000 \cdot B^{0,15419}$$

$$A = 0,44999 \cdot B^{1,11143}$$

Trazadas las líneas de interpolación para cada caso (figs. 53, 54 y 55) coincidieron, en general, con las series de puntos de las gráficas, mostrando una alometría positiva, es decir, que si los cuernos son más largos se debe a que el surco y, por tanto, la célula, es también mayor.

Ahora bien, nos encontramos con dos tipos distintos, que aun correspondiendo a la misma especie podrían responder a dos fenotipos de un mismo genotipo, o bien, más probablemente, a dos genotipos distintos, constituyendo dos variedades.

Siguiendo cada una de las líneas de variación hemos representado una serie de ejemplares, en cada variedad, cuyo surco difiere, tan sólo, en una micra de longitud. De este modo tenemos que para la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos en relación al surco, éste oscila entre 62 y 105 μ (fig. 56), mientras que para la variedad de cuernos relativamente más largos la longitud del surco varía entre 62 y 95-100 μ (fig. 57).

Para una misma longitud del surco la amplitud de variación de la longitud de los cuernos antiapicales es bastante considerable, si, por ejemplo, tomamos 87 μ de longitud del surco, nos encontramos que hasta 82 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho corresponden a células de la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos, con una amplitud de 44 a 80 μ , para dicho cuerno, y de 78 a 108 μ para el cuerno izquierdo, mientras que de 84 a 118 μ de longitud del cuerno antiapical derecho y de 104 a 111 μ de longitud del izquierdo corresponden a la variedad de cuernos relativamente más largos (fig. 58).

Si el surco es más largo, por ejemplo 96 μ de longitud, todas las células corresponden a la variedad de cuernos relativamente más cortos, con una amplitud de 52 a 78 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho y de 96 a 121 μ de longitud para el izquierdo.

Ceratium pentagonum

De esta especie encontramos 1100 ejemplares, en los cuales no fue posible establecer ninguna diferenciación.

Medidos, en micras, el diámetro transversal o surco, S , y los dos cuernos antiapicales, derecho A , e izquierdo B (fig. 59), se hallaron las coordenadas logarítmicas de cada uno de los ejemplares, obteniendo en cada caso, para el cuerno antiapical derecho (fig. 60) e izquierdo (fig. 61) una serie de puntos que parecían responder, en ambos casos, a una función lineal recta.

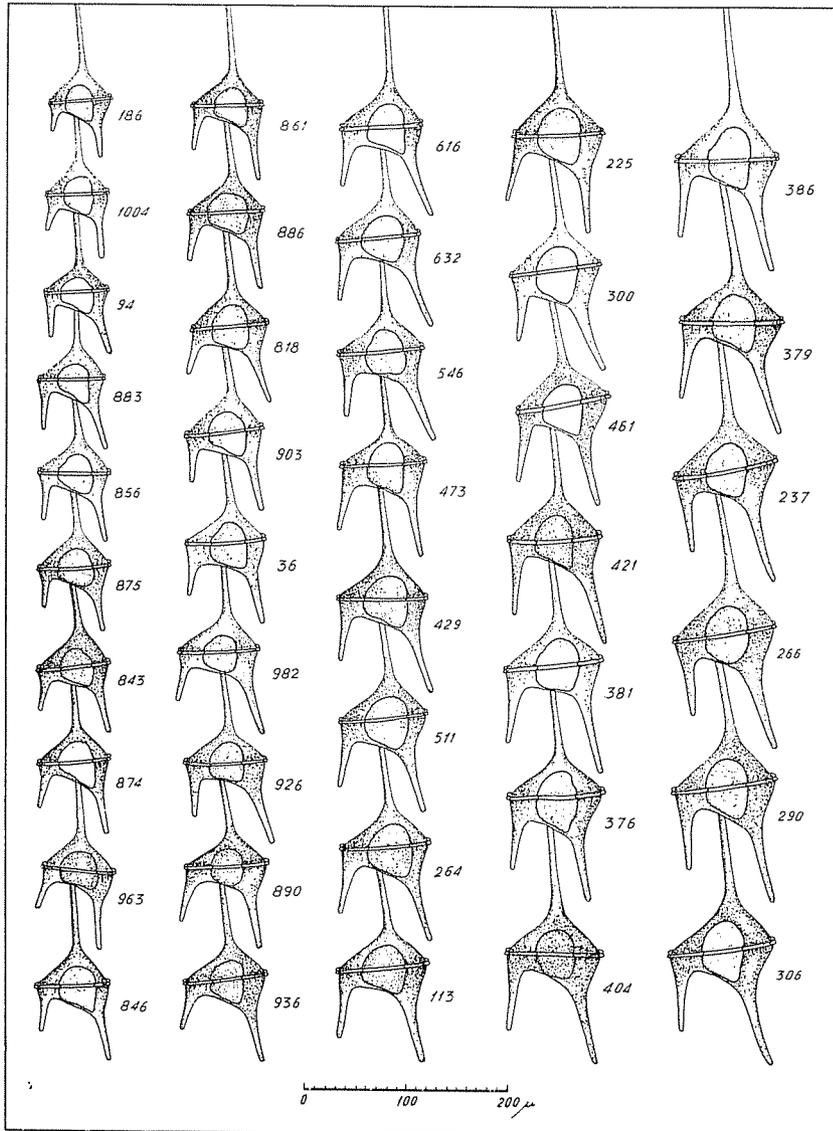


FIG. 56. — Variación alométrica en *Ceratium candelabrum candelabrum*.

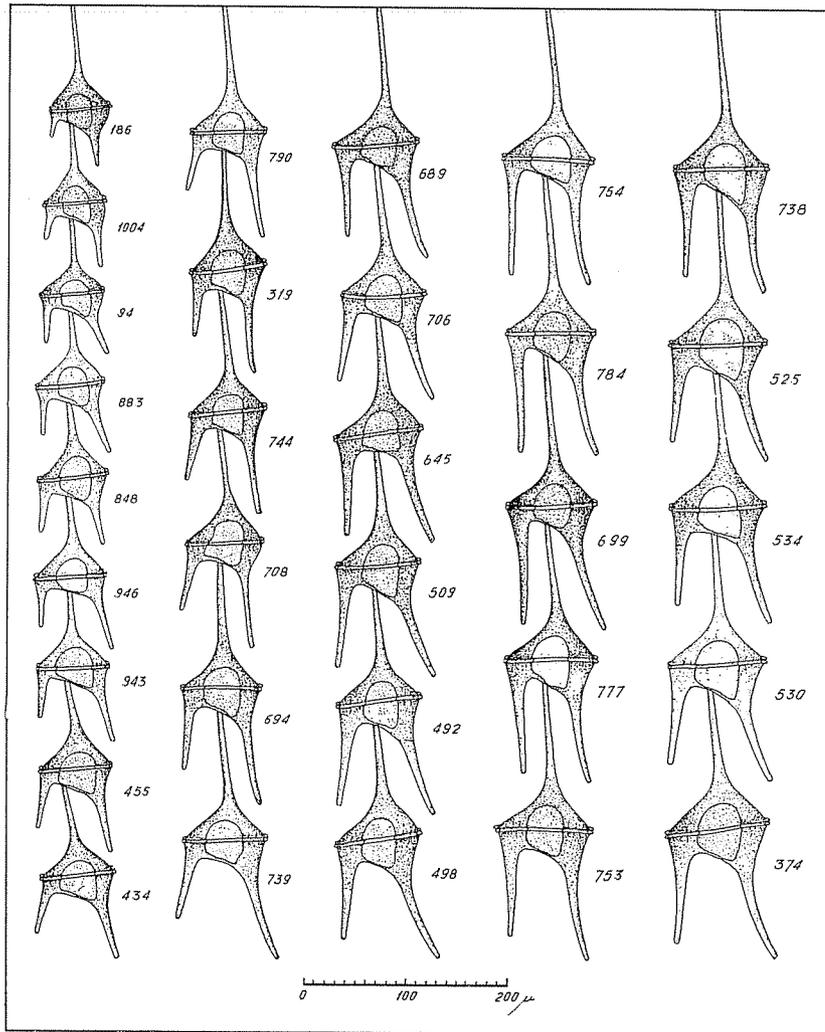


FIG. 57. — Variación alométrica en *Ceratium candelabrum dilatatum*.

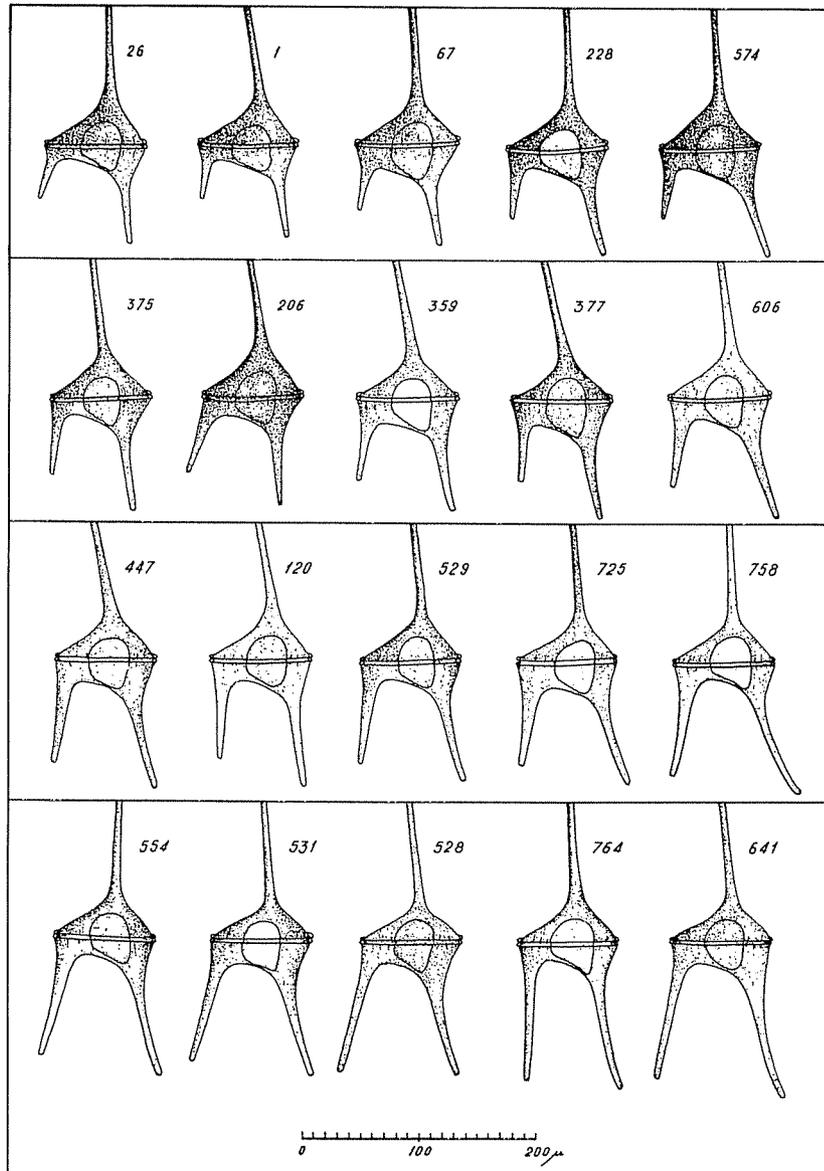


FIG. 58. — Serie de *Ceratium candelabrum* cuyo surco mide 87μ de longitud. Variedades *candelabrum* y *dilatatum*.

Trazando la curva de variación en papel logarítmico de probabilidad, se observó al principio de la curva cierta discontinuidad que podría indicar alguna diferencia entre los individuos menores y el resto, apreciándose también una ligerísima caída al final de la curva.

A continuación procedimos a determinar la ecuación lineal recta que respondía a la relación entre la longitud del diámetro transversal o surco y la de cada uno de los cuernos antiapicales, así como la de éstos entre sí (fig. 62), teniendo :

$$S = 1,83725 \cdot A^{0,93479}$$

$$S = 5,91971 \cdot B^{0,59667}$$

$$A = 0,55123 \cdot B^{1,07646}$$

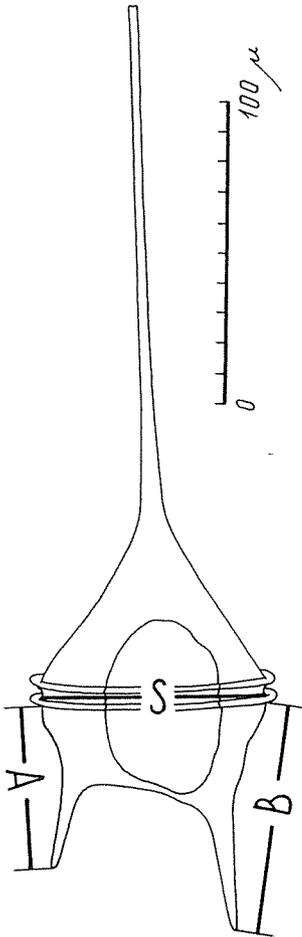


FIG. 59. — *Ceratium pentagonum*. Longitudes medidas: diámetro transversal o surco, *S*; surco-corno antiapical derecho, *A*; surco-corno antiapical izquierdo, *B*.

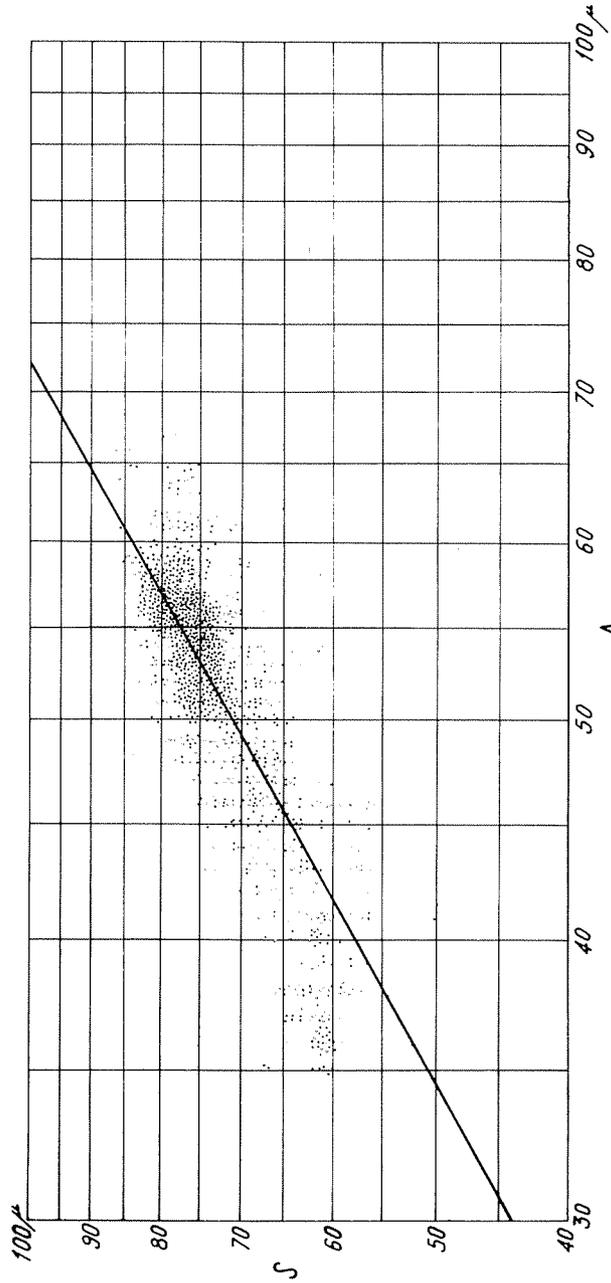


FIG. 60. — Relación entre la longitud del surco, S , y la del surco-cuerno antiapical derecho, A , en *Ceratium pentagonum*.

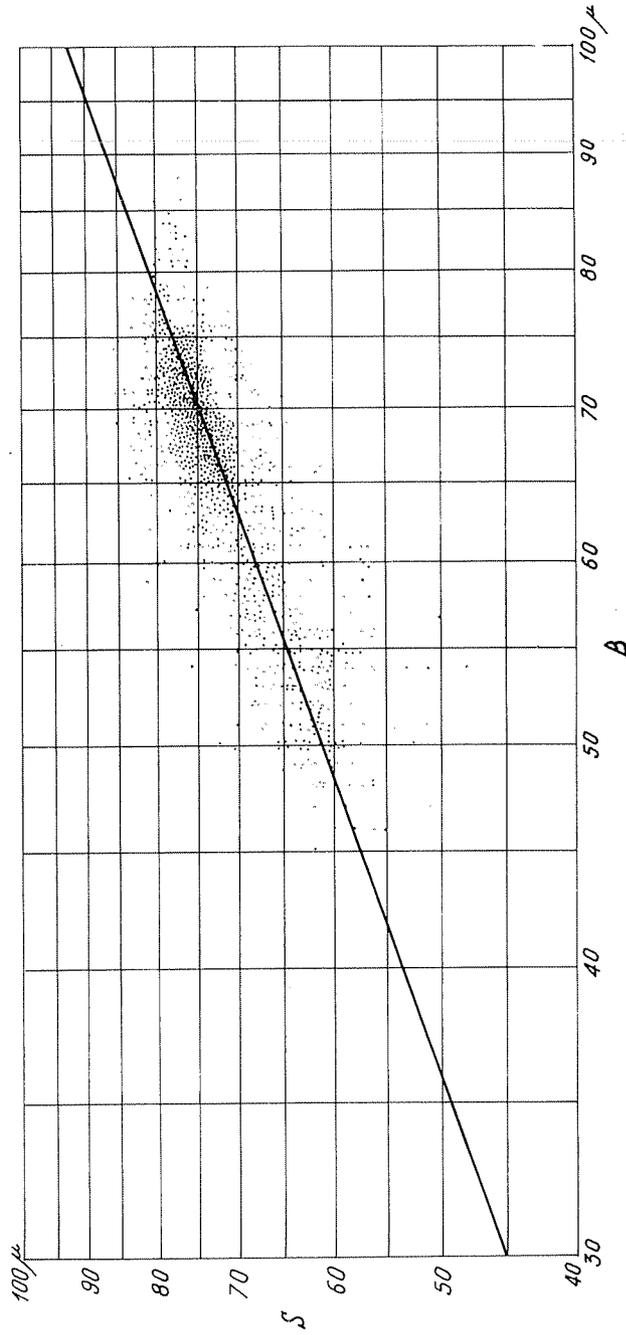


Fig. 61. — Relación entre la longitud del surco, *S*, y la del surco-cuerno antiapical izquierdo, *B*, en *Ceratium pentagonum*.

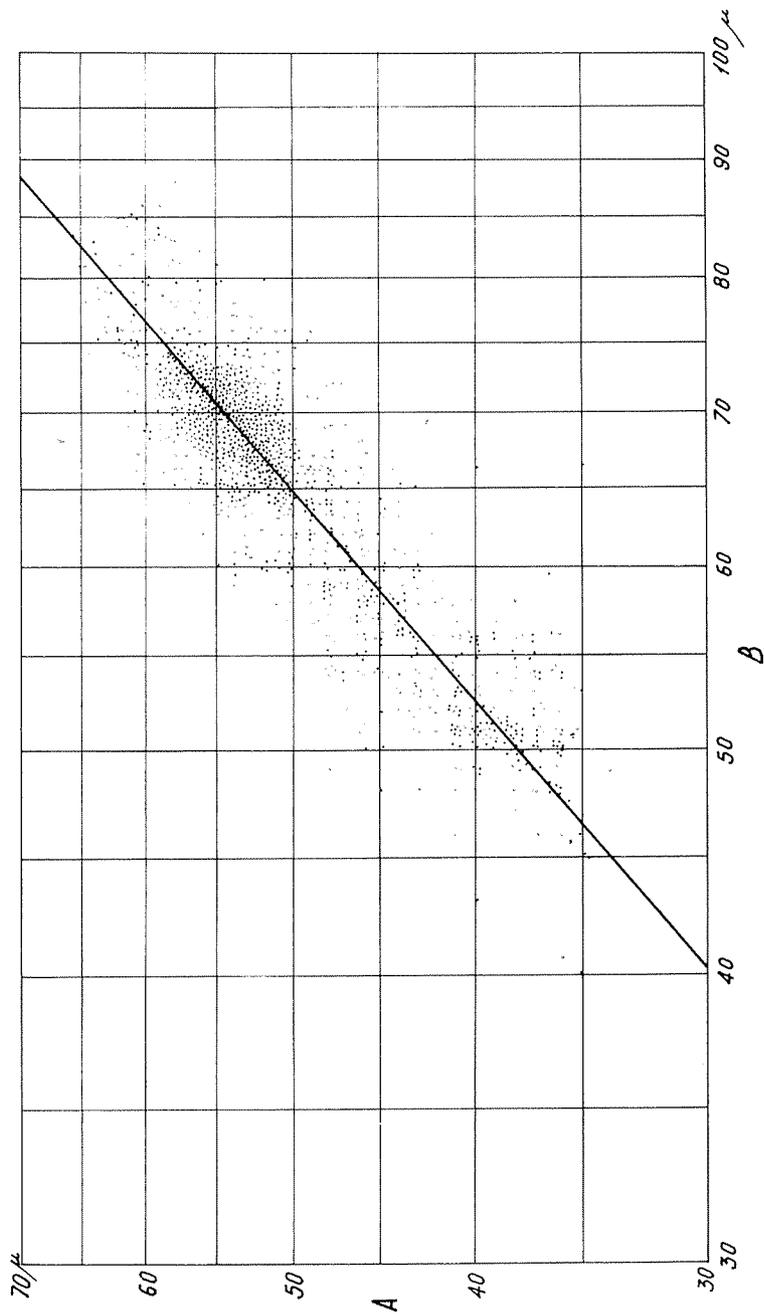


Fig. 62. — Relación entre la longitud del surco-cuerno antiapical derecho, A, y la del izquierdo, B, en *Ceratium pentagonum*.

Trazadas las líneas de interpolación (figs. 60, 61 y 62), coincidieron con las series de puntos de las gráficas, mostrando una alometría positiva.

Siguiendo las líneas de variación fue fácil conseguir una serie de ejemplares cuyo diámetro transversal difería únicamente en una micra, desde 48 a 86 μ de longitud (fig. 63), cuyo cuerno antiapical derecho varía de 32 a 66 μ y el izquierdo de 49 a 76 μ .

En una serie de 70 μ de longitud del surco el cuerno antiapical derecho variaba de 41 a 59 μ de longitud y el izquierdo de 55 a 75 μ .

Los coeficientes de correlación encontrados entre la longitud del surco y la de cada uno de los cuernos antiapicales fueron :

Para el cuerno derecho :

$$r = 0,79634 \quad s_r = 0,01109 \quad Fl_r = 0,02859$$

Para el cuerno izquierdo :

$$r = 0,77520 \quad s_r = 0,01209 \quad Fl_r = 0,03117$$

Y entre ambos cuernos antiapicales :

$$r = 0,86968 \quad s_r = 0,00738 \quad Fl_r = 0,01906$$

Ceratium teres

De esta especie sólo encontramos 16 ejemplares, muy semejantes entre sí, cuya identificación no ofrecía dudas.

Medidos el diámetro transversal o surco, S , y los cuernos antiapicales, derecho, A , e izquierdo, B (fig. 64), se hallaron las coordenadas logarítmicas de cada ejemplar, obteniendo, en cada caso, para el cuerno antiapical derecho (fig. 65), e izquierdo (fig. 66), una serie de puntos que podían responder a una función lineal recta.

Trazada la curva de variación en papel logarítmico de probabilidad, se observaron algunas ligeras inflexiones que no alteraban la continuidad de la curva.

Determinada la ecuación lineal recta que relaciona la longitud del surco con la de cada uno de los cuernos antiapicales, así como la de éstos entre sí (fig. 67), obtuvimos los resultados siguientes :

$$S = 10,79375 \cdot A^{0,38794}$$

$$S = 5,80886 \cdot B^{0,50866}$$

$$A = 0,65353 \cdot B^{1,01428}$$

Trazadas las líneas de interpolación (figs. 65, 66 y 67), coincidieron con la serie de puntos de cada gráfica, mostrando una alometría positiva.

Siguiendo la línea de interpolación obtuvimos una serie de ejemplares cuyo surco difiere en una o dos micras, entre 39 y 48 μ de longitud,

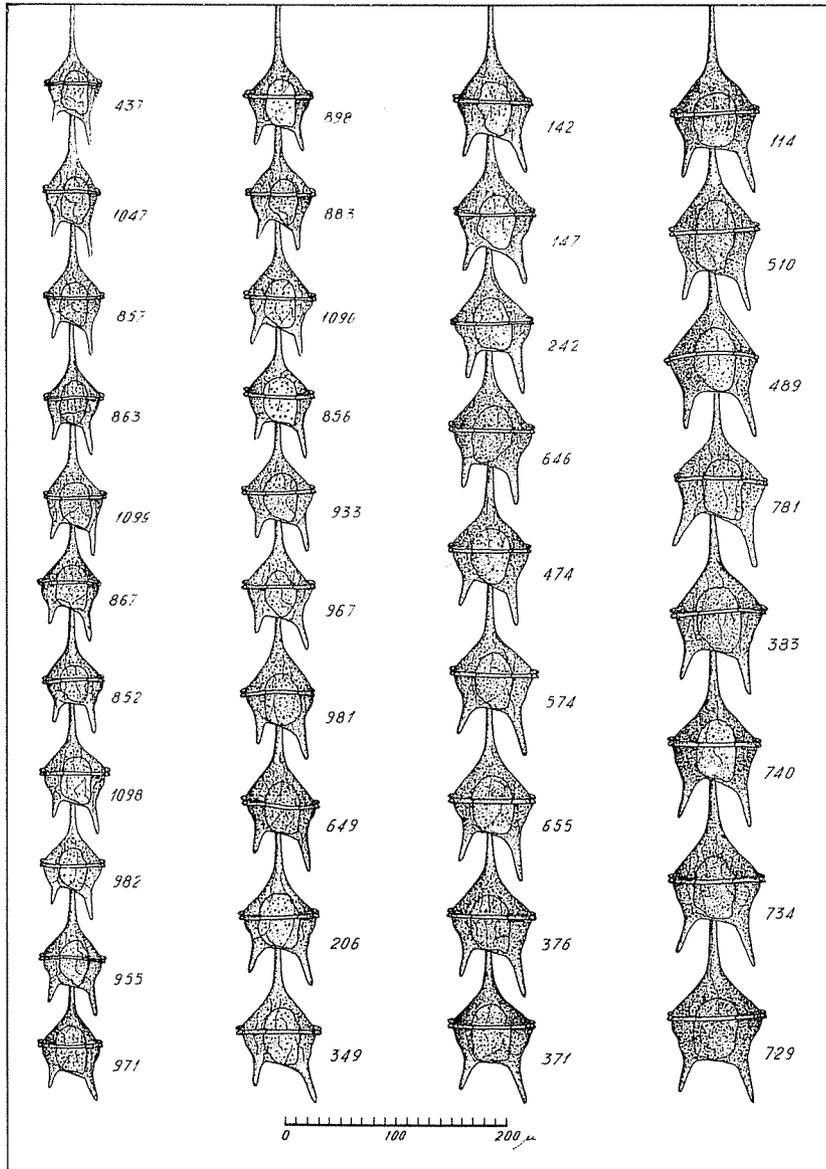


FIG. 63. — Variación alométrica en *Ceratium pentagonum*.

cuyo surco-cuerno antiapical derecho oscila entre 32 y 45 μ de longitud y el izquierdo entre 46 y 67 μ .

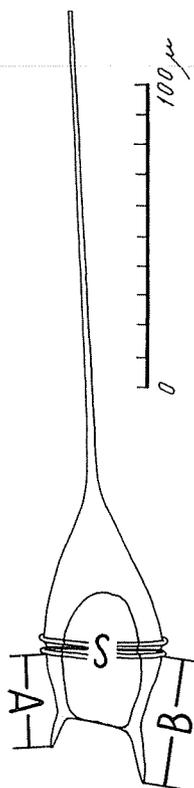


FIG. 64. — *Ceratium teres*. Longitudes medidas: diámetro transversal o surco, S; surco-cuerno antiapical derecho, A; surco-cuerno antiapical izquierdo, B.

Los coeficientes de correlación encontrados entre la longitud del surco y la de cada uno de los cuernos antiapicales fueron :

Para el cuerno derecho :

$$r = 0,78682 \quad s_r = 0,09523 \quad Fl_r = 0,24523$$

Para el cuerno izquierdo :

$$r = 0,86268 \quad s_r = 0,06394 \quad Fl_r = 0,16461$$

Y entre ambos cuernos :

$$r = 0,89308 \quad s_r = 0,05060 \quad Fl_r = 0,13035$$

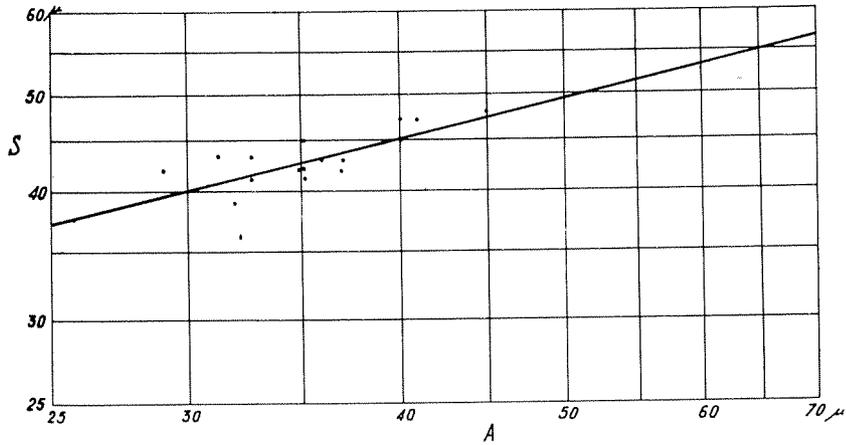


FIG. 65. — Relación entre la longitud del surco, S , y la del surco-cuerno antiapical derecho, A , en *Ceratium teres*.

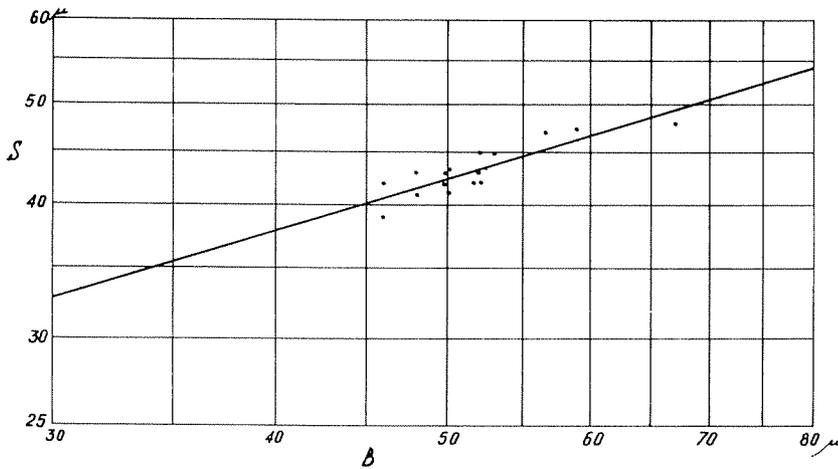


FIG. 66. — Relación entre la longitud del surco, S , y la del surco-cuerno antiapical izquierdo, B , en *Ceratium teres*.

Ceratium furca

De esta especie encontramos 1841 ejemplares, los cuales no fueron separados, en principio, para su estudio, dada la gran variabilidad de formas observadas, midiendo, en micras, la longitud del diámetro transversal o surco, S (fig. 68), y la distancia del extremo del cuerno antiapical derecho, A , e izquierdo, B , al surco.

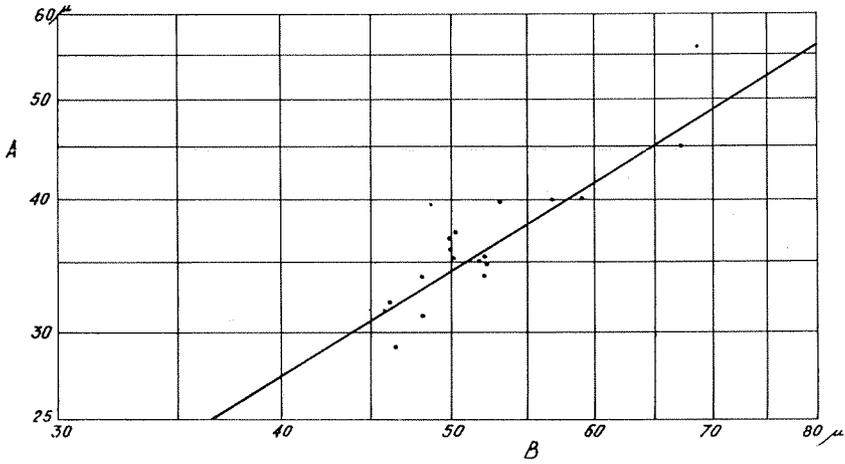


FIG. 67. — Relación entre la longitud del surco-cuerno antiapical derecho, *A*, e izquierdo, *B*, en *Ceratium teres*.

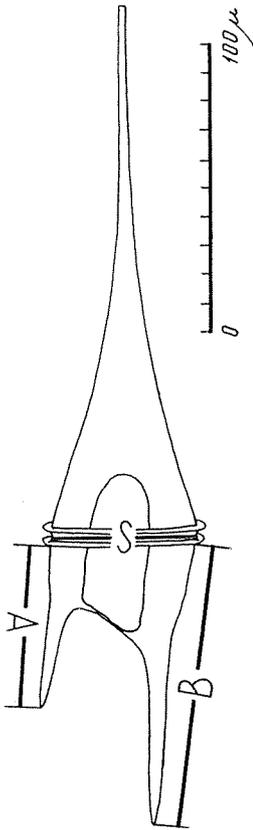


FIG. 68. — *Ceratium furca*. Longitudes medidas: diámetro transversal o surco, *S*; surco-cuerno antiapical derecho, *A*; surco-cuerno antiapical izquierdo, *B*.

Halladas las coordenadas logarítmicas de cada uno de los ejemplares, se obtuvo para el cuerno derecho (fig. 69) e izquierdo (fig. 70) una serie de puntos bastante dispersos, en ambos casos, aunque la mayoría se agrupaban en una zona comprendida entre 40 y 52 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho y 78 a 115 μ del izquierdo, existiendo otra serie de puntos distribuidos más ampliamente, de 30 a 78 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho y de 65 a 142 μ del izquierdo.

También relacionamos, entre sí, los dos cuernos antiapicales (fig. 71) pareciendo responder a una única función.

Trazada la curva de variación en papel logarítmico de probabilidad, de ambos cuernos antiapicales, respecto del surco, se observó una inflexión al final de la misma.

En consecuencia, procedimos a separar en dos grupos los ejemplares que integraban una u otra serie, comprobando previamente, uno por uno, que todos los individuos de la serie de más amplia dispersión del cuerno derecho se correspondían con la del izquierdo, por lo que se podía deducir que presentaban ambos cuernos antiapicales relativamente más largos en relación a la longitud del surco, que los pertenecientes a la serie más numerosa, los cuales tendrían los cuernos relativamente más cortos.

A continuación determinamos la ecuación lineal que correspondía a ambos grupos, así como del total de ejemplares de esta especie, obteniendo los resultados siguientes :

Para el total de ejemplares de la especie :

$$S = 5,20700 \cdot A^{0,54503}$$

$$S = 2,57812 \cdot B^{0,61597}$$

$$A = 0,27534 \cdot B^{1,13016}$$

Cuernos relativamente más cortos :

$$S = 7,87367 \cdot A^{0,44976}$$

$$S = 5,93375 \cdot B^{0,44256}$$

$$A = 0,53316 \cdot B^{0,98399}$$

Cuernos relativamente más largos :

$$S = 2,20110 \cdot A^{0,71692}$$

$$S = 0,87608 \cdot B^{0,81297}$$

$$A = 0,27664 \cdot B^{1,13398}$$

Constantes en las que S representa la longitud del diámetro transversal o surco ; A , la longitud surco-cuerno antiapical derecho, y B , la longitud surco-cuerno antiapical izquierdo.

Trazadas las rectas de interpolación, para cada serie de puntos, se determinó la línea de variación de ambas, para cada cuerno antiapical,

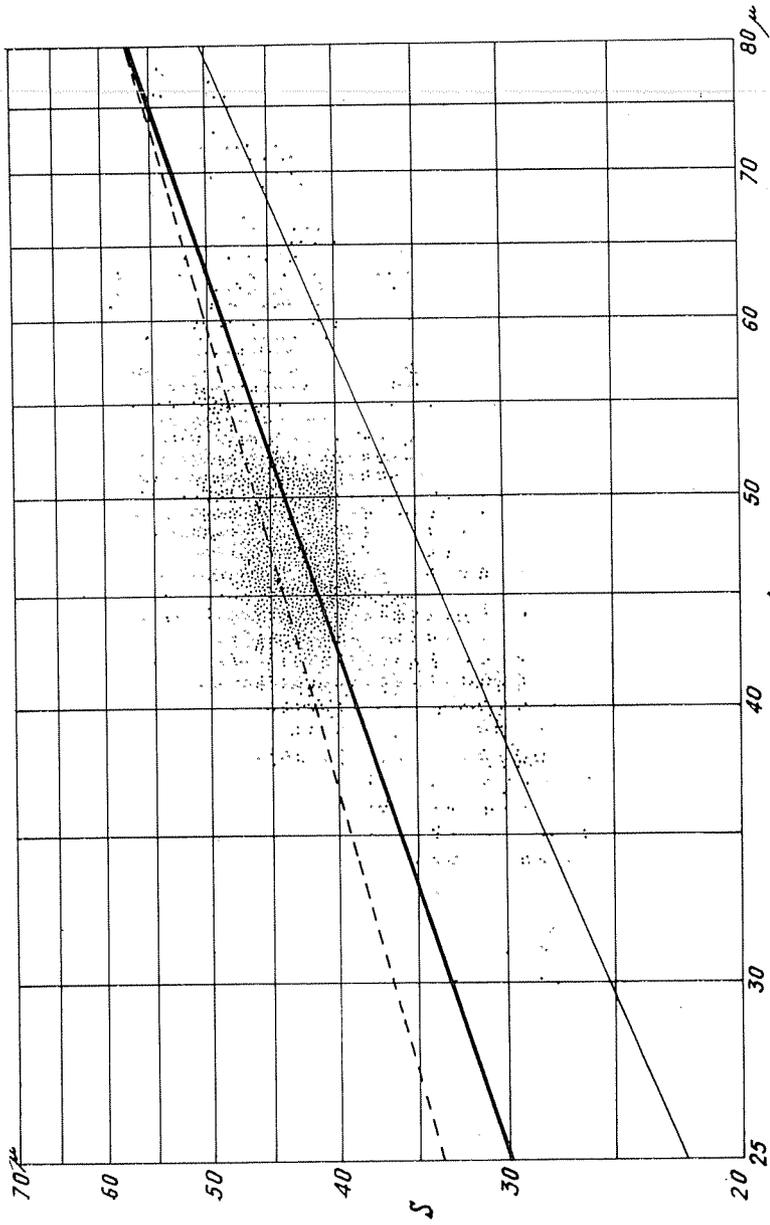


Fig. 69. — Relación entre la longitud del surco, *S*, y la del surco-cuerno antiapical derecho, *A*, en *Ceratium furca* (trazo grueso); *C. furca eugrammum* (trazo discontinuo), y *C. furca Bergii* (trazo fino).

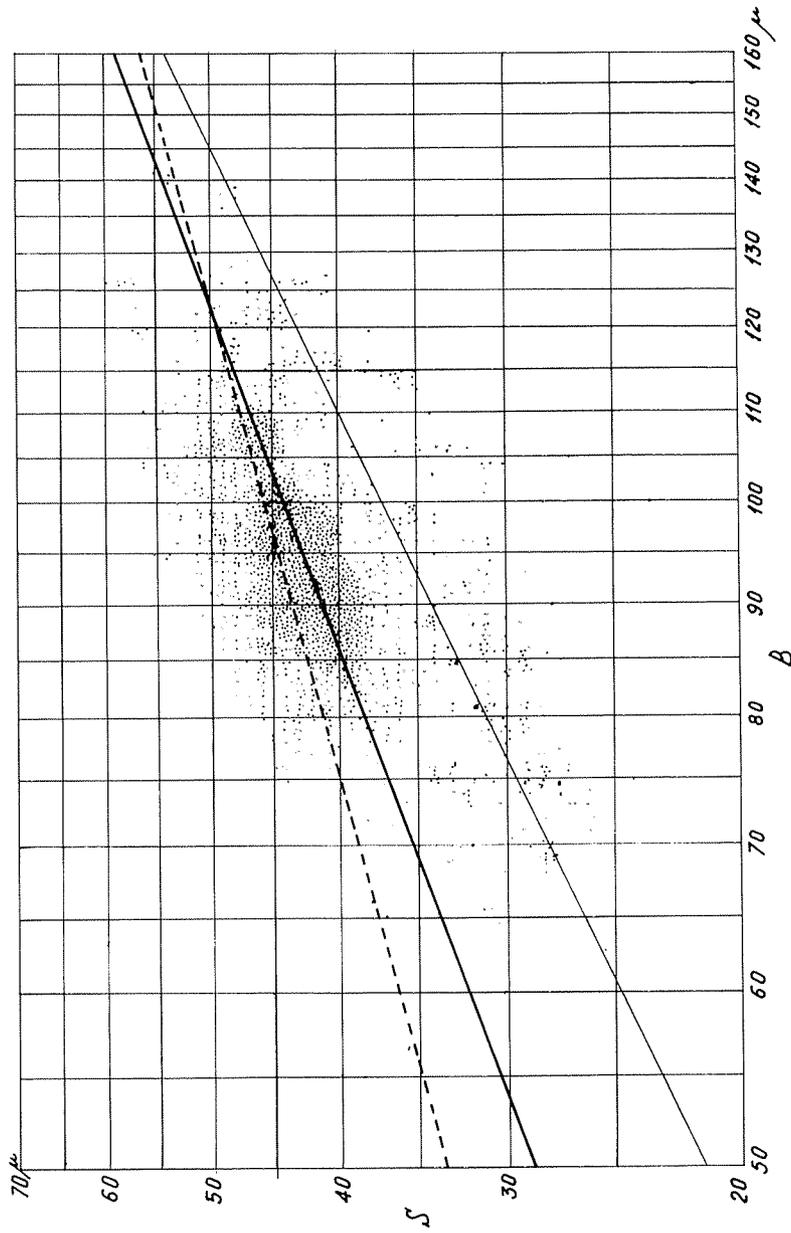


Fig. 70. — Relación entre la longitud del surco, S , y la del surco-cuerno antiapical izquierdo, B , en *Ceratium furca* (trazo grueso), *C. furca eugrammum* (trazo discontinuo), y *C. furca Bergii* (trazo fino).

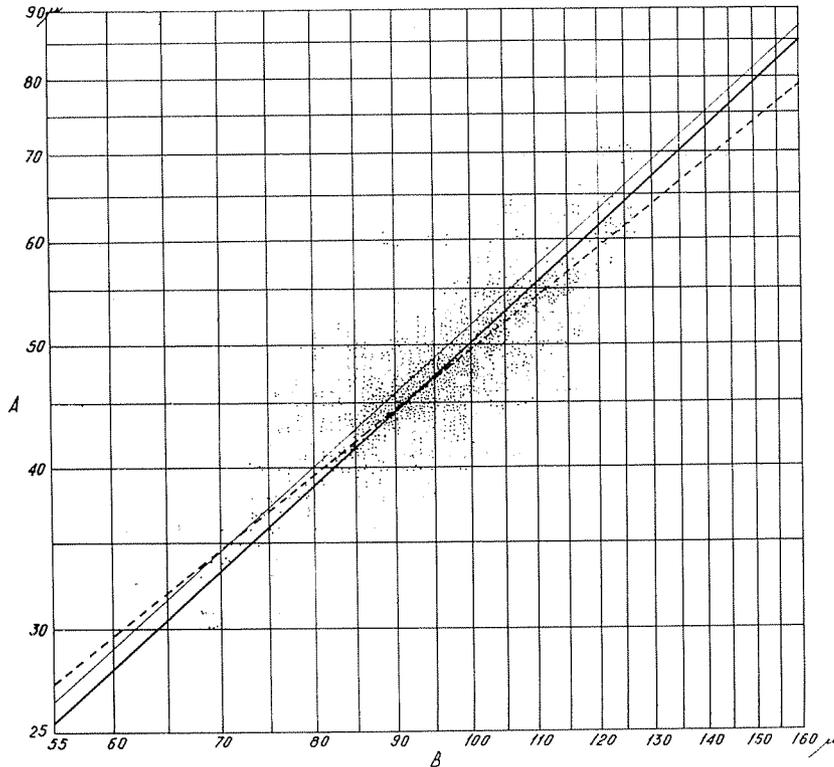


FIG. 71. — Relación entre la longitud del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en *Ceratium furca* (trazo grueso), *C. furca eugrammum* (trazo discontinuo) y *C. furca Berghii* (trazo fino).

en relación al surco y entre los dos cuernos entre sí (figs. 69, 70 y 71).

Es decir, que aunque morfológicamente hemos de considerar los individuos estudiados como pertenecientes a la misma especie, no cabe duda que existen dos tipos de variación que corresponderán a dos genotipos diferentes, los cuales pueden ser considerados como variedades.

Siguiendo cada una de las líneas de variación hemos podido diferenciar dos series de ejemplares cuya longitud del diámetro transversal difiera en una micra. La serie correspondiente a la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos, respecto del surco, oscila entre 34 y 60 μ de longitud del diámetro transversal (fig. 72); la variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos varía entre 27 y 54 μ de longitud del surco.

Para una misma longitud del diámetro transversal, la amplitud de variación de la longitud de los cuernos antiapicales es relativamente con-

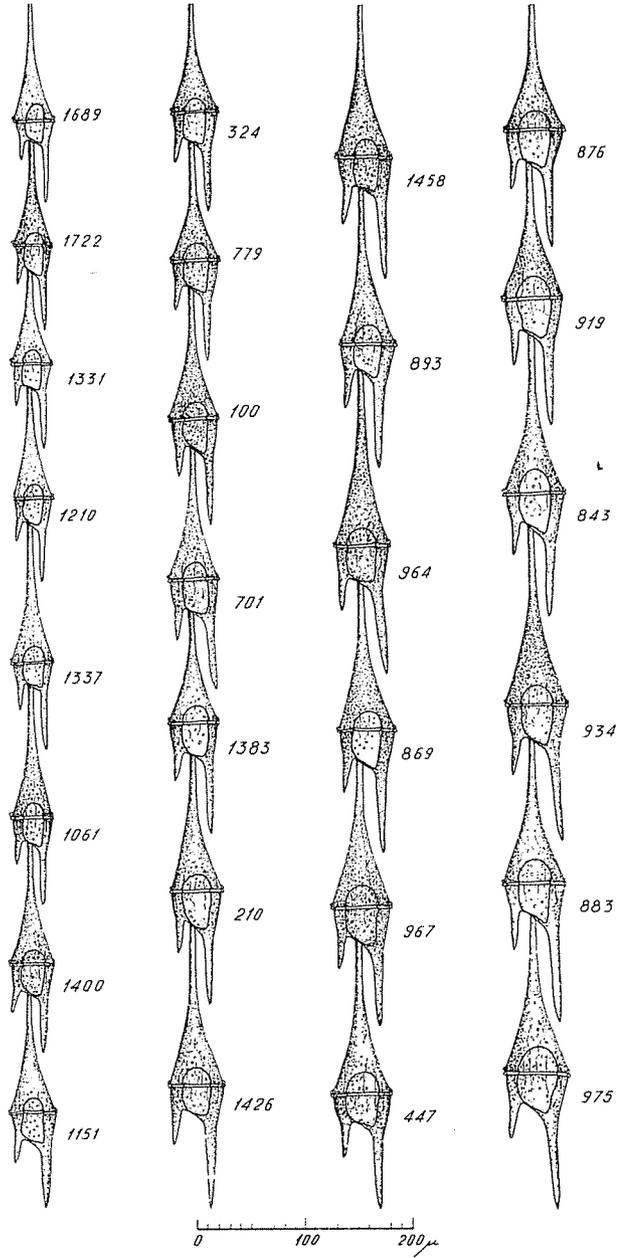


FIG. 72. — Variación alométrica en *Ceratium furca eugrammum*.

siderable. Tomando, por ejemplo, 43 μ de longitud del surco, encontramos que de 37 hasta 53 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho y de 77 a 98 μ del cuerno izquierdo corresponden a la variedad de surco relativamente más largo, y de 56 a 71 μ de longitud del cuerno antiapical derecho y de 108 a 126 μ del izquierdo pertenecerían a la variedad de surco relativamente más corto.

Ceratium tripos

De esta especie habíamos estudiado, con anterioridad (LÓPEZ, 1955), 821 ejemplares, recogidos en 1950 en la misma zona en que se encontraron las restantes especies analizadas, obteniendo las ecuaciones lineales siguientes :

$$S = 15,19064 \cdot A^{0.21519}$$

$$S = 2,76854 \cdot B^{0.39013}$$

siendo S el diámetro transversal o surco ; A , el cuerno antiapical derecho, y B el izquierdo.

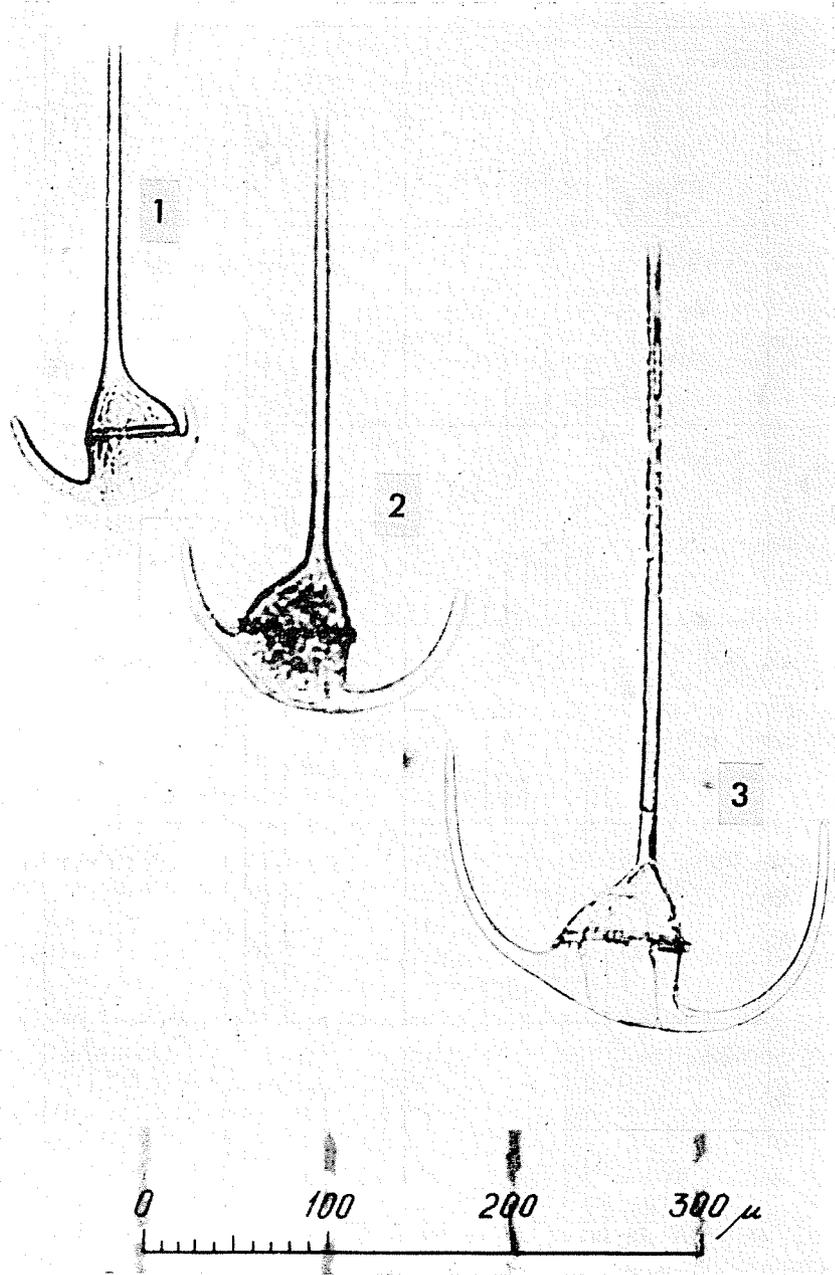
Se establecieron tres variedades *Ceratium tripos pulchellum* (Schröder) López, 1955, con longitud del surco entre 39 y 57 μ , cuerno antiapical derecho 9-53 μ de longitud, izquierdo 53-89 μ ; *Ceratium tripos tripodioides* (Jørgensen) Paulsen, 1931, longitud del surco 58-71 μ cuerno antiapical derecho 50-140 μ de longitud, izquierdo 84-158 μ ; y *Ceratium tripos atlanticum* Ostenfeld, 1903, con longitud del surco entre 72 y 84 μ (foto 2), las dos primeras estudiadas seguían la misma línea de variación, viéndose que las células pequeñas se desarrollan óptimamente en verano y las grandes más favorablemente en invierno.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Ceratium candelabrum

Primeramente se estudió la variación de frecuencias, en porcentaje, del total de ejemplares de esta especie, 1006, distribuyendo las clases de longitud del surco por meses. Así, pudo observarse (fig. 73) que los ejemplares con surco menor, de 62 a 76 μ , se encuentran, aunque en escaso número, en febrero y marzo, siendo más numerosos, pero también algo mayores, de 71 μ en adelante, de mayo a octubre. Los de surco más largo se observaron principalmente de febrero a mayo.

La distribución mensual de frecuencia de la longitud del surco en la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos no varía, en esencia, con respecto al total de individuos de la especie, aunque es algo



Foro 2. — 1, *Ceratium tripos pulchellum* (Schröder) López. 2, *C. tripos tripodioides* (Jørgensen) Paulsen. 3, *C. tripos atlanticum* Ostenfeld.

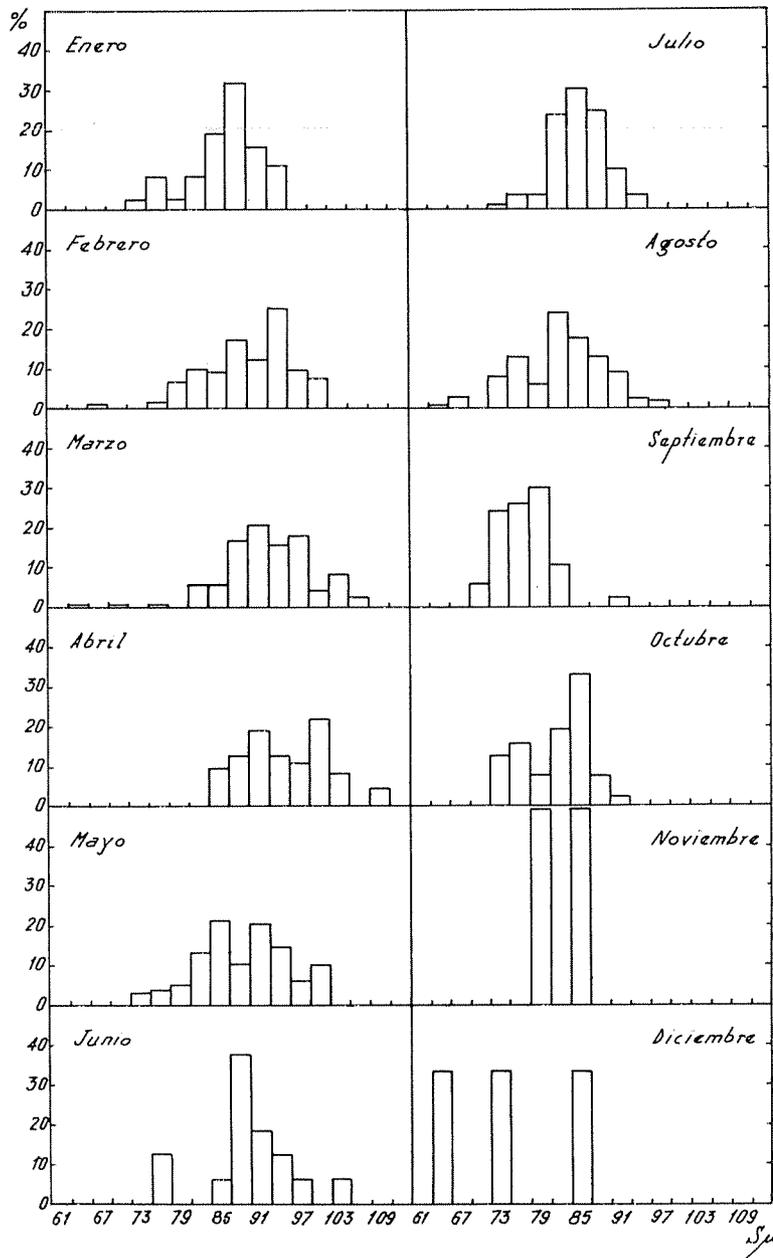


FIG. 73. — Distribución mensual de frecuencias de la longitud del surco, *S*, en *Ceratium candelabrum*.

diferente en junio y en los restantes meses de verano. La variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos solamente se encuentra de febrero a octubre.

Con respecto a los cuernos antiapicales, derecho e izquierdo, la distribución mensual de frecuencias no difería fundamentalmente de la que corresponde al diámetro transversal.

La distribución de frecuencias de la longitud del surco del total de individuos de esta especie nos muestra, en cierto modo, una curva pluri-modal, con dos modas acusadas en 76 y 87 μ .

Por lo que respecta a la variedad de cuernos relativamente más cortos (fig. 74) la curva parece ser bimodal, con valores modales en 74-76 μ y en 87 μ .

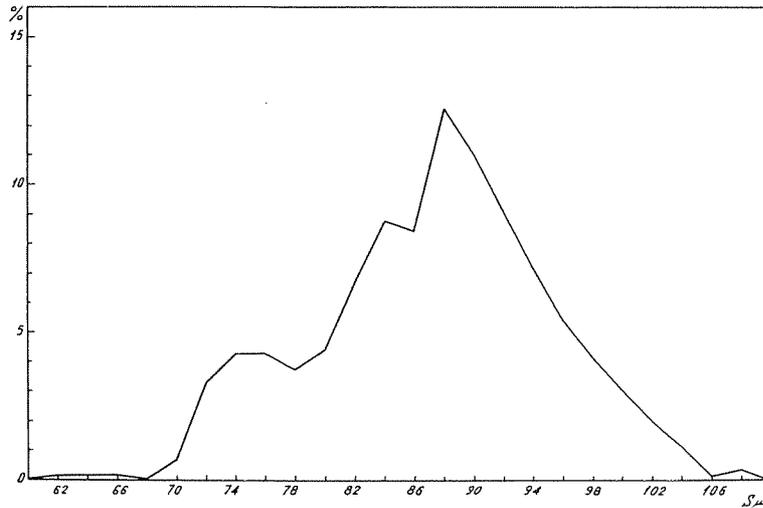


FIG. 74. — Distribución de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium candelabrum candelabrum*.

Sin embargo, en la variedad de cuernos relativamente más largos la moda aparece en 81 μ .

Teniendo en cuenta que, en general, se observa mayor proporción de ejemplares de surco más largo en invierno y primavera y de surco menor en verano y otoño, consideramos como un conjunto ambos grupos de estaciones e hicimos la distribución de frecuencias de la longitud del surco, del total de ejemplares de la especie y de las dos variedades establecidas, por separado, encontrándonos, en cada caso, con dos curvas diferentes, con distinto valor modal.

Pero dado que en junio y diciembre aparecían ejemplares pequeños y grandes, como si fueran meses de transición, tomamos de enero a junio y de julio a diciembre, en vez de diciembre a mayo y de junio a noviem-

bre, como habíamos hecho primeramente, resultando todavía más marcada la diferencia entre la curva que podemos llamar de invierno (invierno-primavera) y la de verano (verano-otoño).

Así, para el total de ejemplares la curva de invierno-primavera se halla desplazada hacia la derecha, o sea hacia los valores más altos de

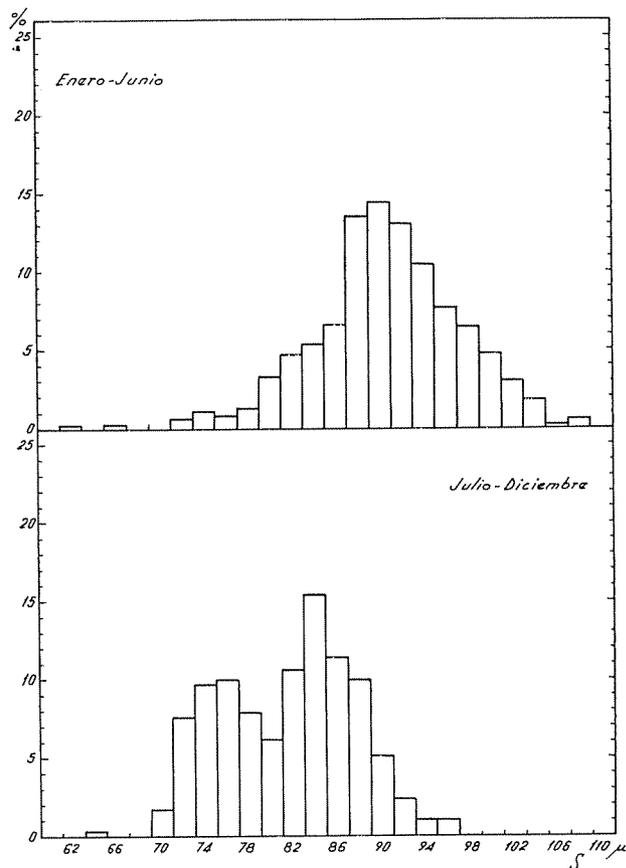


FIG. 75. — Distribución estacional de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium candelabrum candelabrum*.

la longitud del surco con respecto a la de verano-otoño, siendo la moda de 90 y 82 μ , respectivamente.

En los individuos de cuernos antiapicales relativamente más cortos, con relación al surco, en invierno-primavera la mayor abundancia corresponde a 90 μ de longitud del surco y en verano-otoño a 85 μ (fig. 75). Sin embargo, entre los de cuernos antiapicales relativamente más largos

apenas si existe diferencia en cuanto a la moda, ya que en enero-junio se presenta en 82 μ y en julio-diciembre en 83 μ de longitud del diámetro transversal.

Pero en ambos casos, la distribución es marcadamente desigual, correspondiendo la mayoría de ejemplares de surco y cuernos antiapicales más cortos, dentro de cada variedad, a verano-otoño, encontrándose los mayores, de más de 93 μ de longitud del surco, sólo en invierno-primavera.

Otro indicio, muy importante, a tener en cuenta será la abundancia en cada mes de ejemplares de ambas variedades, lo que constituye su ciclo anual. Así, vemos que en la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos, respecto del surco, el máximo corresponde a febrero y marzo, con el 18 % y 22 %, respectivamente, aunque hay un segundo máximo, menos acusado, en septiembre y octubre, con el 10 % y 15 %, respectivamente (fig. 76, I). En la variedad de cuernos relativamente más largos, en relación al surco, la mayor abundancia se encuentra en julio y agosto, con el 26 % y 49 %, respectivamente (figura 76, II). Para el total de ejemplares de la especie el máximo se presenta en marzo y agosto, con el 18 % y 16 %, respectivamente (figura 76, III).

Relacionando ambas variedades aparecen dos máximos, uno en febrero-marzo, con el 14-17 %, que corresponde a la de cuernos antiapicales relativamente más cortos, y otro, menos destacado, en agosto y octubre, con el 11 %, aproximadamente, de cada variedad.

Como vemos, la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos está presente todo el año, aunque es más abundante en invierno. La variedad de cuernos relativamente más largos falta, prácticamente, de octubre a marzo, y es escasa en primavera, siendo sólo abundante en verano.

En la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos es posible distinguir una forma de invierno, de surco y cuernos antiapicales largos y otra forma de verano, de surco y cuernos antiapicales más cortos.

Ceratium pentagonum

Se estudió la variación de frecuencias del total de ejemplares de esta especie, 1100, en tantos por ciento, distribuyendo las clases de longitud del diámetro transversal o surco, por meses, observándose que los ejemplares menores aparecían en junio, encontrándose hasta diciembre, y los mayores se hallaron principalmente de enero a abril.

La distribución de frecuencias de la longitud del surco nos presenta una curva con clase modal, muy acusada, en 76 μ .

Teniendo en cuenta que al hacer la distribución mensual de frecuencias aparecían los individuos mayores en invierno-primavera y los meno-

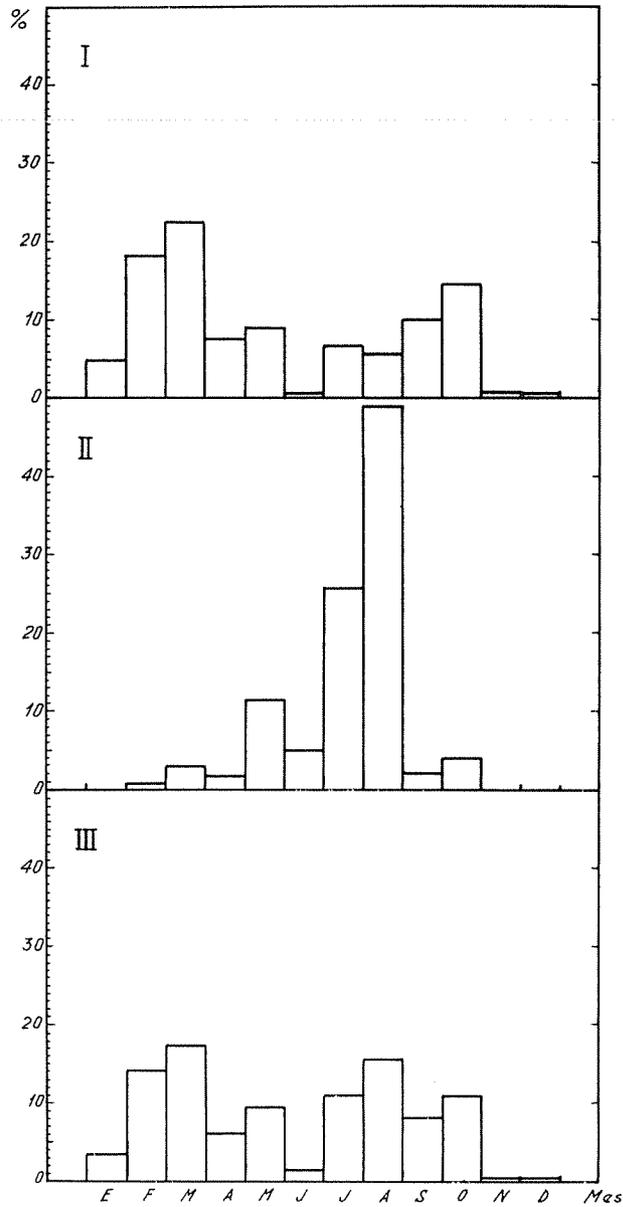


FIG. 76. — Ciclo anual de *Ceratium candelabrum candelabrum* (I), *C. candelabrum dilatatum* (II) y *Ceratium candelabrum* (III).

res en verano-otoño, trazamos una gráfica (fig. 77) con los individuos hallados de enero a junio y de julio a diciembre, indicándonos claramente que las células mayores, de surco y cuernos antiapicales más largos, se presentan en el primer período estacional, invierno-primavera, con valor modal en 78μ y las menores, de surcos y cuernos más cortos, en verano-otoño, con valor modal en 62μ de longitud del surco; comparando ambas curvas queda patente que la primera se halla desplazada hacia la derecha, o sea hacia los valores más altos de la longitud del surco y la segunda hacia la izquierda.

Trazadas las gráficas correspondientes a los cuernos antiapicales, derecho e izquierdo, nos dieron histogramas esencialmente semejantes al

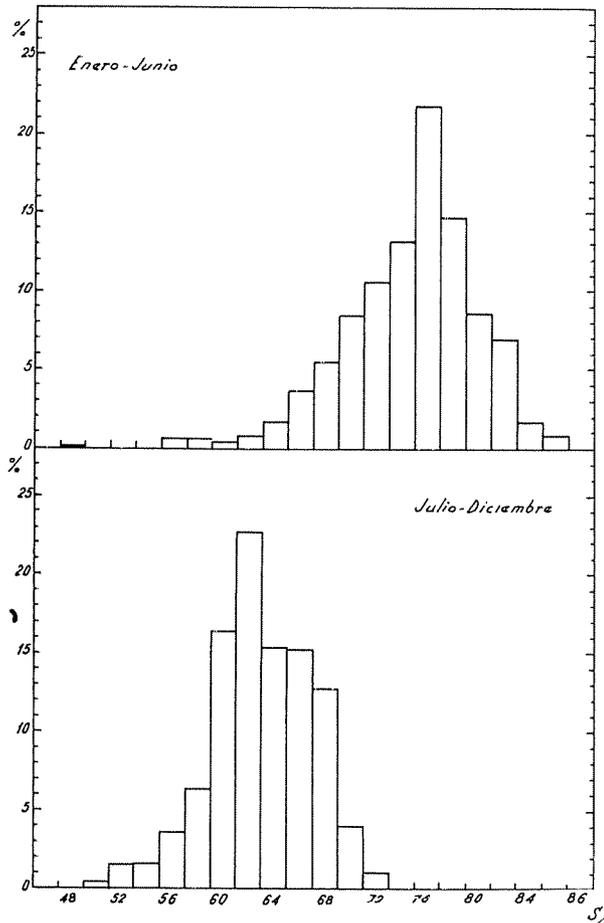


FIG. 77. — Distribución estacional de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium pentagonum*.

del surco, con valor modal para el cuerno antiapical derecho, en enero-junio en 56μ y para julio-diciembre en 38μ ; y para el cuerno antiapical izquierdo con moda en $70-72 \mu$ y 56μ , respectivamente.

La distribución estacional, considerando de diciembre a mayo y de junio a noviembre, tanto para el surco como para cada uno de los cuernos

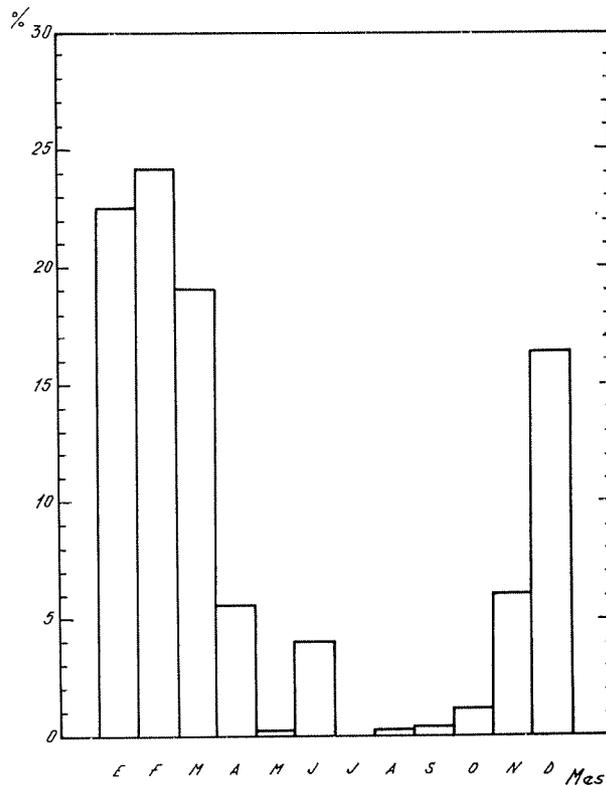


FIG. 78. — Ciclo anual de *Ceratium pentagonum*.

antiapicales, no variaba, en esencia, habiendo estimado los períodos señalados en principio por resultar más evidente la diferencia y además ello nos permitirá una comparación más exacta con las restantes especies estudiadas en que hemos relacionado igualmente tales meses por resultar más demostrativo.

Respecto al ciclo anual, encontramos que el máximo se presenta de diciembre a marzo, o sea en los meses fríos, estando ausente en julio y siendo escasos de agosto a octubre (fig. 78).

Ceratium teres

Al distribuir las clases de longitud del diámetro transversal o surco, por meses, se pudo apreciar, en esta especie, que los ejemplares de surco menor, entre 39 y 45 μ , aparecían en diciembre; en enero y febrero variaban entre 42 y 45 μ , en marzo no se encontró ninguno y en abril medían 47 y 48 μ , los mayores hallados, no apareciendo de nuevo hasta diciembre.

O sea, que sólo fue encontrado de diciembre a abril, es decir, en invierno-primavera.

La distribución de la longitud del surco nos muestra una mayor abundancia de células de 42 y 43 μ y su ciclo anual nos indica mayor frecuencia en diciembre.

Ceratium furca

Distribuyendo las clases de longitud del diámetro transversal o surco del total de ejemplares encontrados de esta especie, 1841, por meses, observamos (fig. 79) que los menores, de 30 a 36 μ de longitud del surco, aparecen en junio, aunque también hay grandes en dicho mes y se encuentran hasta noviembre; en diciembre ya son mayores, de 34 a 44 μ , y a partir de enero hasta mayo, la clase modal es de 44 a 46 μ .

La distribución mensual de frecuencias de la longitud del surco de la variedad de cuernos relativamente más cortos, en relación al surco, nos revela que esta variedad se encuentra principalmente de enero a junio, aunque en diciembre se observan ya algunos ejemplares de surco menor de 44 μ de longitud. De julio a noviembre solamente aparecen 17 ejemplares de surco menor de 36 μ y uno de 39 μ , el 1 % del total aproximadamente, o sea que prácticamente esta variedad puede considerarse que se presenta de diciembre a junio.

La distribución mensual por clases de la longitud del surco de la variedad de cuernos relativamente más largos nos indica que los ejemplares de surco más corto aparecen en junio y julio, encontrándose hasta noviembre; en diciembre ya son mayores y, sobre todo, de enero a mayo se hallaron los de surco más largo.

La distribución de frecuencias de la longitud del surco del total de ejemplares presenta una curva bimodal, con valor modal, acusado en 45 μ y otro menor en 31 μ , que correspondería a cada una de las dos variedades, debiéndose la acusada asimetría de la curva a la gran diferencia del número de ejemplares de una y otra variedad, 1489 y 352. En efecto, la distribución de frecuencias de la longitud del surco de la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos y la de cuernos relativamente más largos nos muestra dos curvas independientes (fig. 80), con

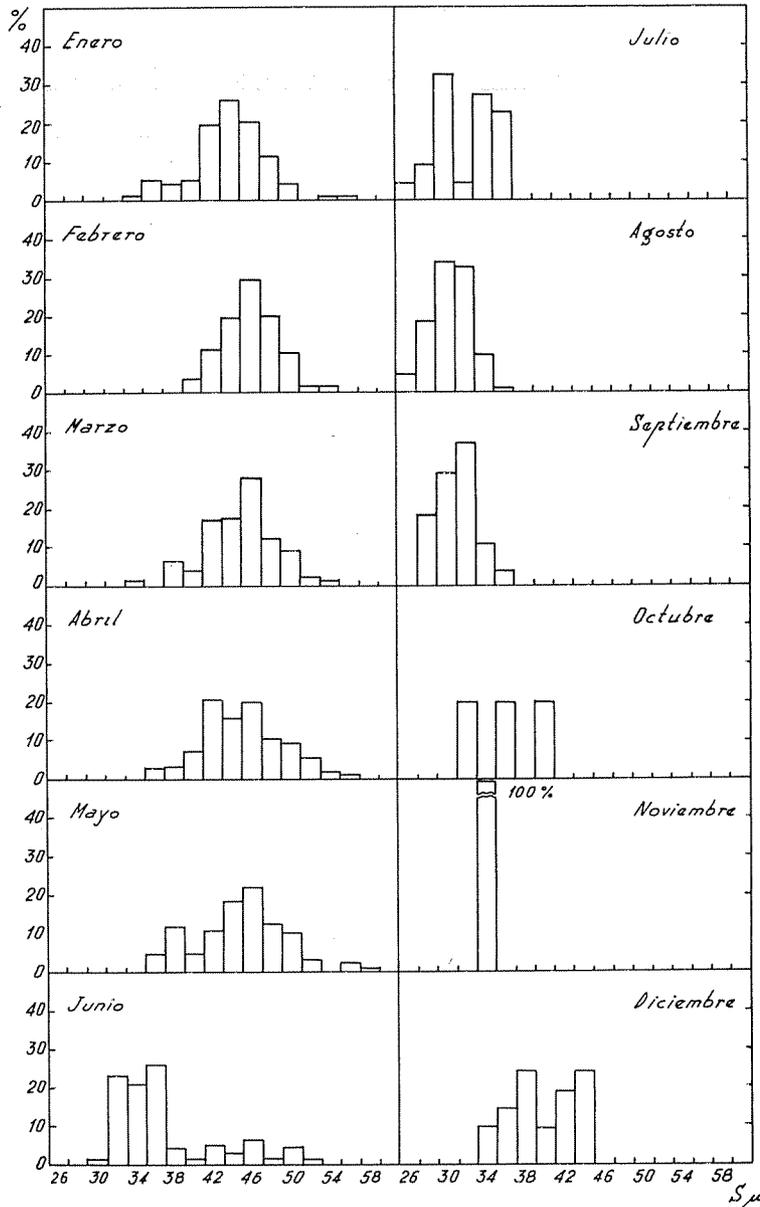


Fig. 79. — Distribución mensual de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium furca*.

valor modal en 31μ y 45μ , respectivamente, aunque entre ambas existe una amplia zona de transgresión. Sin embargo, obsérvese que no hay células de menos de 33μ de longitud del surco en la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos y, por el contrario, de más de 54μ no pueden ser incluidas en la de cuernos antiapicales relativamente más largos en relación al surco.

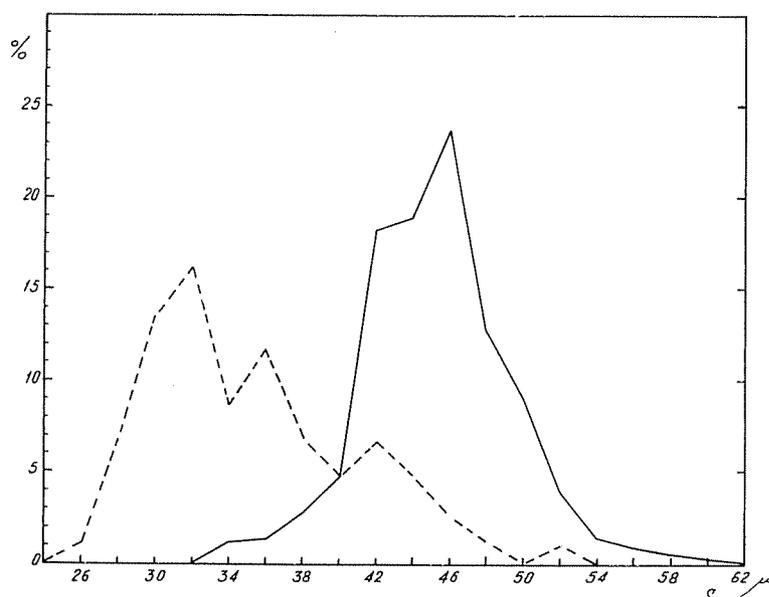


FIG. 80. — Distribución de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium furca eugrammum* (línea continua) y *C. furca Berghii* (línea de trazos).

Como vemos, en esta especie parece existir igualmente cierta relación entre la longitud del surco y la de los cuernos antiapicales con las estaciones, de modo que la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos, la más abundante, se presenta en invierno y primavera, siendo escasísima y, además, correspondiendo a los ejemplares de surco menor, en verano y otoño. La variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos, más abundante en verano, presenta mayor número de ejemplares de cuernos más largos en invierno, de tal modo que a partir de junio hasta enero desaparecen las células de más de 40μ de longitud del surco. Por ello construimos una gráfica con el total de ejemplares de enero a junio y otra de julio a diciembre; en el histograma correspondiente (fig. 81) puede verse que, efectivamente, ambas curvas están desplazadas, la de invierno-primavera hacia la derecha, o sea hacia las longitudes mayores del surco, con valor modal en 46μ ; la de verano-otoño hacia las longitudes menores, con moda en 30μ .

Tomando de diciembre a mayo y de junio a noviembre, las dos gráficas resultaron aproximadamente iguales a las anteriores, la de verano-otoño con valor modal en 32μ en vez de 30μ de longitud del surco, pero siendo casi iguales preferimos considerar las anteriores por resultar más exacta la comparación con las restantes especies del subgénero que hemos estudiado.

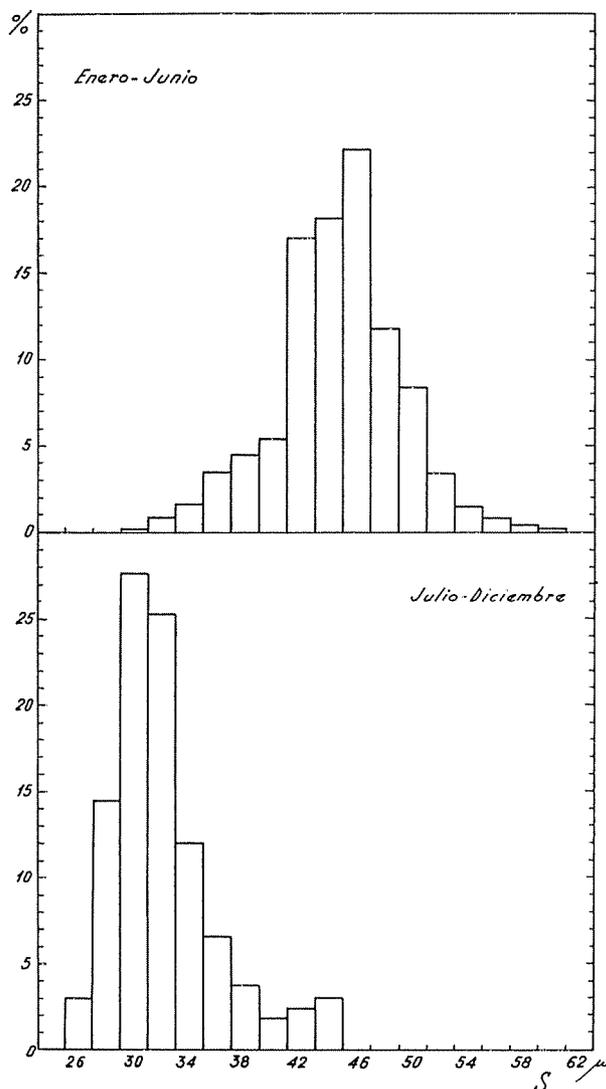


FIG. 81. — Distribución estacional de frecuencias de la longitud del surco, S , en *Ceratium furca*.

Aún resultaron más ilustrativas las gráficas correspondientes a cada variedad, porque nos mostraron en cada una de ellas que los ejemplares de surco y cuernos antiapicales más largos, o sea de células mayores, se presentan en invierno-primavera y los de surco y cuernos más cortos, o sea que las células son menores, en verano y otoño. Los valores modales para la longitud del surco de la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos se presentan en invierno en 45μ y en verano en 34μ ; y para la de cuernos antiapicales relativamente más largos en 35μ en invierno y 30μ en verano.

Las gráficas correspondientes al surco-cuerno antiapical derecho e izquierdo acusaron la misma desviación hacia las longitudes mayores en invierno y menores en verano, siendo el valor modal para el total de ejemplares de la especie de 46μ y 38μ , respectivamente, para el cuerno antiapical derecho y 96μ y 81μ , respectivamente, para el izquierdo.

Al estudiar su ciclo anual, en el total de ejemplares de la especie encontramos que es más abundante de enero a mayo que en los restantes meses del año, con un máximo del 34 % en abril. La variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos en relación al surco se presenta, igualmente, en mayor abundancia de enero a mayo, con un máximo del 40 % en abril (fig. 82, I); y la de cuernos antiapicales relativamente más largos (fig. 82, II) es más abundante en mayo, junio y agosto, con el máximo del 25 % en este último mes.

Comparando la abundancia relativa de ambas variedades tendremos que es mucho más frecuente la de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación al surco, con un máximo del 32 % del total de ejemplares de la especie, en abril, y un 81 % del conjunto de la variedad, mientras que de la variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos sólo hay un 19 %, con un máximo del 4 % en agosto.

CONSIDERACIONES

Al considerar la relación de alometría existente entre la longitud del diámetro transversal o surco y la de los cuernos antiapicales, en *Ceratium candelabrum* aparecía claramente manifiesta la existencia de dos variedades bien caracterizadas, que corresponderían a dos genotipos diferentes, una de cuernos antiapicales relativamente más cortos en relación a la longitud del surco que sería la más común o típica y denominaríamos, por tanto, *Ceratium candelabrum* var. *candelabrum*, cuyo surco-cuerno antiapical derecho no pasa de 82μ de longitud ($26-82 \mu$) e izquierdo de 48 a 122μ y surco entre 62 y 107μ de longitud; es la más abundante, el 77 % en la cual aparecen dos formas que corresponderían a fenotipos

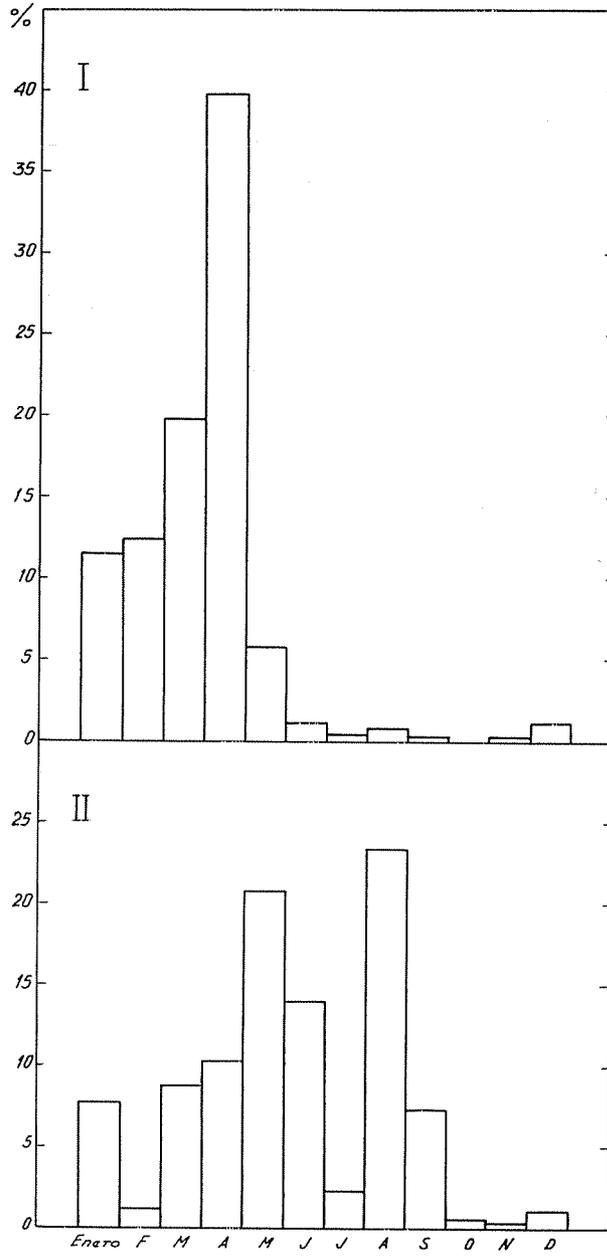


FIG. 82. — Ciclo anual de *Ceratium furca eugrammum* (I) y *C. furca Berghii* (II).

diferentes, una de invierno-primavera con surco y cuernos más largos que la otra, de verano-otoño de surco y cuernos más cortos.

La forma de invierno-primavera es la más abundante, el 62 %, que podemos considerar como típica, con longitud del surco de 87 a 107 μ , surco-cuerno antiapical derecho 42-82 μ de longitud, e izquierdo 74-122 μ , sería la forma *candelabrum*.

La forma de verano-otoño, diferenciada únicamente por ser más pequeña, podría denominarse *subcandelabrum*, cuyo surco oscila entre 62 y 86 μ de longitud, surco-cuerno antiapical derecho 26-78 μ de longitud, e izquierdo 48-112 μ .

La variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos es escasa en invierno-primavera, sólo el 5 %, por lo que puede ser considerada como de verano. De todos modos hemos de señalar que las células de surco mayor de 94 μ hasta 100 μ , se encuentran en invierno-primavera y las de surco menor en verano-otoño. Esta variedad la identificamos con *dilatatum* (= *depressum*) con surco de 64-100 μ de longitud; surco-cuerno antiapical derecho 43-119 μ de longitud, e izquierdo 60-135 μ .

Los escasos ejemplares menores de 69 μ de longitud del surco encontrados podrían incluirse en una u otra variedad, y así partimos de ellos, para, siguiendo ambas líneas de variación, representar una serie de ejemplares en cada variedad, cuyo surco difería en una micra, correspondiendo en la variedad *candelabrum* (fig. 56) hasta el número 632 a la forma *subcandelabrum* y desde el número 546 a la forma *candelabrum*.

Es de señalar que, tanto en una como en otra serie (figs. 56 y 57), la curvatura del cuerno antiapical izquierdo, el más largo, está más pronunciada a medida que aumenta la longitud del mismo.

En la serie cuyo surco medía 87 μ de longitud (fig. 58) hasta el número 120 correspondería a la variedad *candelabrum* y a partir del número 529 a *dilatatum*.

En el cuadro 1 se indica la longitud mínima y máxima hallada al medir la longitud surco-cuerno antiapical derecho, *A*, e izquierdo, *B*, con relación al diámetro transversal o surco, *S*, de la variedad *candelabrum* forma *subcandelabrum*; en el cuadro 2 de la forma *candelabrum* y en los cuadros 3 y 4 de la variedad *dilatatum* cuando la longitud surco-cuerno antiapical derecho es menor o mayor, respectivamente, de 82 μ .

Las medidas reseñadas por los distintos autores que han estudiado esta especie, para su posible comparación con las longitudes halladas por nosotros, no son muy abundantes.

SCHILLER (1937) señala para *C. candelabrum* f. *commune*: surco 55-70 μ , antiapical derecho 26-32 μ e izquierdo 30-40 μ . Nosotros no hemos encontrado ejemplares de esta especie menores de 62 μ de longitud del surco, pero comparando los de 62-70 μ de longitud del surco de la variedad de cuernos relativamente más cortos, nos inclinamos a considerar la forma denominada *commune* como los individuos menores de la

CUADRO 1

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium candelabrum subcandelabrum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
62	26	26	58	58	1
63	32	32	63	63	1
70	34	34	48	48	1
71	37	38	68	69	3
72	27	44	65	77	4
73	39	44	69	77	10
74	41	44	76	78	6
75	36	49	55	84	10
76	40	52	63	89	14
77	38	54	63	83	13
78	40	55	68	88	13
79	39	62	68	103	13
80	41	68	68	103	21
81	41	63	67	103	13
82	41	74	75	107	39
83	45	74	77	103	32
84	44	73	76	112	36
85	43	77	74	111	43
86	45	78	74	111	22
62-86	26	78	48	112	295

CUADRO 2

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium candelabrum candelabrum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
87	43	80	74	113	54
88	42	82	76	114	40
89	50	76	86	116	38
90	48	76	81	115	47
91	46	77	88	114	32
92	44	77	83	114	38
93	45	81	82	117	25
94	48	82	92	122	29
95	44	78	80	120	18
96	52	78	95	121	23
97	51	82	97	120	21
98	53	79	95	116	10
99	46	76	93	112	13
100	62	76	89	112	10
101	64	75	88	109	5
102	60	77	101	119	10
103	57	72	109	120	6
104	60	73	111	120	3
105	72	72	120	120	1
107	63	64	97	99	3
87-107	42	82	74	122	426

CUADRO 3

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, hasta 81 μ , e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium candelabrum dilatatum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
64	64	64	123	123	1
65	46	65	60	123	4
66	64	64	122	122	1
67	63	66	106	124	3
68	64	64	103	103	1
69	48	48	70	70	1
70	47	49	69	70	3
71	43	48	68	76	7
72	46	70	68	90	13
73	45	72	67	92	8
74	47	60	61	107	12
75	54	68	82	108	15
76	56	68	83	108	5
77	63	71	87	106	3
78	60	68	83	117	7
79	77	80	102	112	3
80	62	80	87	113	6
81	79	79	99	103	2
82	60	81	99	116	15
83	68	79	99	117	6
84	61	79	101	117	3
85	66	80	114	127	3
86	81	81	105	105	1
88	81	81	127	127	1
92	69	69	127	127	1
93	69	79	128	132	2
64-93	43	81	60	132	127

forma que hemos designado *subcandelabrum*, en los cuales la epiteca es más alta que en las células mayores de la misma forma, lo mismo que ocurría en *Ceratium tripos*, estudiado por nosotros (LÓPEZ, 1955), con la forma *pulchellum* y sucede, igualmente, en otras especies.

En la forma *depressum* (= *dilatatum*) SCHILLER considera como longitud del surco 90 μ , habiendo encontrado nosotros una amplitud de variación entre 64 y 100 μ de longitud del surco.

MARGALEF (1945 y 1950), al estudiar el fitoplancton de Blanes (Gerona), indica algunas medidas, señalando para *C. candelabrum* var. *genuinum* de 90 a 115 μ de longitud del surco; surco-cuerno antiapical derecho 55-65 μ , e izquierdo 100 μ , que concuerdan con las longitudes halladas por nosotros en la variedad genuina o típica para esas longitudes del surco, ya que para 90-107 μ de longitud del surco hemos encontrado surco-cuerno antiapical derecho 44-82 μ , e izquierdo 81-122 μ , aunque no hemos hallado células de esta especie de más de 107 μ de longitud

del surco. Para la variedad *dilatatum* señala 81-90 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 65 μ , e izquierdo 110-120 μ , longitudes que están comprendidas dentro de las que hemos registrado para esta forma, puesto que para 81-90 μ de longitud del surco encontramos 60-118 μ de longitud del surco-cuerno antiapical derecho y 95-134 μ para el izquierdo.

El mismo autor (1948) dibuja un ejemplar de la variedad *depressum* (= *dilatatum*), indicando que medía 77 μ de longitud del surco. Comparado con los individuos hallados por nosotros, de ambas variedades, que medían la misma longitud, indudablemente se asemeja mucho más a la variedad que hemos considerado como *dilatatum*.

SILVA (1949), al estudiar el fitoplancton de Cascais (Portugal) señala para la variedad *dilatatum* 70-83 μ de longitud del surco, habiendo encontrado nosotros ejemplares de esta variedad de 64 a 100 μ de longitud del surco.

CUADRO 4

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, de más de 81 μ , e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium candelabrum dilatatum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
71	85	85	100	100	1
72	84	84	101	101	1
73	82	90	88	109	6
74	89	91	109	119	2
75	83	90	102	119	10
76	87	94	106	119	3
77	85	96	106	123	4
78	82	94	105	128	6
79	91	100	117	118	2
80	83	119	108	124	12
81	82	117	112	130	11
82	82	113	95	129	16
83	84	112	95	131	16
84	84	113	95	119	8
85	82	111	107	131	12
86	84	113	104	121	6
87	82	118	104	131	17
88	86	117	104	122	8
89	109	118	121	132	3
90	86	113	103	134	4
91	86	93	106	120	3
92	104	105	120	122	2
93	82	92	117	133	2
94	96	96	116	116	1
95	93	93	117	117	1
100	106	106	135	135	1
71-100	82	119	88	135	158

MARGALEF y DURÁN (1953) indican las longitudes de cinco ejemplares, medidos en Vigo (NW de España), de la variedad *depressum* (= *dilatatum*), con surco entre 78-88 μ de longitud, surco-cuerno antiapical derecho 38-50 μ , izquierdo 62-85 μ , que difieren de las halladas por nosotros para esta variedad en el Mediterráneo, siendo más semejantes a la variedad típica o *candelabrum*.

Respecto a la forma *curvatulum* de JÖRGENSEN (1920), ya vimos que la curvatura de los cuernos antiapicales dependía de la longitud de los mismos, no pudiendo servir de carácter determinante para diferenciar una forma y menos para separarla de las otras, ya que, precisamente, en los ejemplares de cuernos antiapicales más largos de la variedad *dilatatum* es cuando la curvatura está más acusada. No cabe duda que JÖRGENSEN, al analizar esta especie, observó la existencia de dos formas distintas, sin acertar a dar con el carácter que las hacía diferentes. Por tanto, no creemos que deba darse el nombre de *curvatulum* a la forma típica porque induciría a confusión, y ya SCHILLER (1937) dudaba pudiera separarse, por los caracteres reseñados, de *depressum* (= *dilatatum*), aunque creemos que este autor incurre, a su vez, en el error de considerar que sólo se pueden distinguir bien las formas *depressum* y *commune*, cuando hemos visto que esta última forma corresponde, en realidad, a los individuos menores de la variedad típica y no puede ser considerada como una variedad independiente.

Todo ello nos induce a creer que en esta especie existen dos tipos distintos, debidos a genotipos diferentes, haciendo que un conjunto de individuos, el más numeroso, presente los cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del diámetro transversal o surco, que otro grupo que los tiene relativamente más largos. Se trataría, posiblemente, de mutaciones que afectarían a las dimensiones de la célula, siendo genéticamente independientes, tal vez relacionadas con la temperatura, ya que vimos cómo la variedad de cuernos relativamente más cortos se desarrolla más favorablemente en invierno, mientras que la de cuernos relativamente más largos es más abundante en verano, manteniéndose las dos variedades separadas, sobre todo en verano que se presentan ambas en número más igualado.

Ahora bien, en cada variedad se podía señalar una forma de invierno-primavera, de surco y cuernos más largos, y otra de verano-otoño, de surco y cuernos más cortos.

Por consiguiente, en invierno-primavera tendremos casi exclusivamente la forma de invierno de la variedad típica o *candelabrum* y en verano-otoño la forma de verano de esta variedad, que denominamos *subcandelabrum*, y también la variedad *dilatatum*.

En *C. candelabrum* fueron observadas cinco cadenas, de 2, 3 y 4 individuos, esta última a finales de febrero y las restantes en marzo, encontrándose entre las 8 y 13 horas, de 5 a 12 metros de profundidad y de

15 a 25 km de distancia a la costa. De las cinco cadenas, cuatro presentan células que, por la longitud relativa de sus cuernos antiapicales, en relación a la del surco, pertenecerían a la forma típica, mientras que en una, de tres individuos, los dos mayores (de 67 y 65 μ de longitud del surco) corresponderían a la variedad *dilatatum* y el menor (de 62 μ) habría que incluirlo en la variedad típica o *candelabrum*, aunque es precisamente uno de los escasos ejemplares, el más pequeño de todos los hallados de esta especie, que podría incluirse en las dos variedades y por las medidas relativas de sus cuernos antiapicales, respecto de la longitud del surco, se aproxima bastante a los restantes individuos de la cadena. Esto nos hace recordar que JÖRGENSEN (1920) creía que la forma *dilatatum* se transformaría, al dividirse, pasando de esta variedad a la típica, aunque él relacionaba este hecho con una supuesta migración del Atlántico al Mediterráneo, de modo que la forma *depressum* (= *dilatatum*) al pasar al Mediterráneo no resistiría el cambio a mayor salinidad y gran parte de los individuos morirían, transformándose, los que sobrevivieran, en la otra variedad. Sin embargo, ya hemos visto que la variación del tamaño de las células parece estar relacionada, más bien, con la temperatura, de manera que cada genotipo dará lugar a una variedad distinta, que se desarrollará más favorablemente según la época del año y, por otra parte, influirá también, en cada variedad, en el tamaño de la célula, encontrándonos con fenotipos diferentes según la estación del año.

Todos los ejemplares hallados de *Ceratium pentagonum* parecen seguir, en general, la misma línea de variación, sin discontinuidad.

Ahora bien, pudimos comprobar la presencia de células de diferente desarrollo en las distintas estaciones del año, teniendo una forma típica, de invierno, y otra menor, de verano, con una clase modal distinta y bien caracterizada en cada caso.

Esto nos lleva a considerar que debe tratarse de un genotipo único, en el cual un fenotipo daría lugar a formas de surco y cuernos más largos en invierno-primavera y otro que correspondería a los individuos de surco y cuernos más cortos de verano-otoño.

Entre estas formas existe una transgresión, con células de ambas, principalmente entre 64-68 μ de longitud del surco, por lo cual su separación no puede ser exacta, ni considerarse absolutamente rigurosa, pero teniendo en cuenta el número de individuos encontrados de esas longitudes, que corresponden a una u otra forma, nos inclinamos a establecer el límite de separación entre 66-67 μ de longitud del diámetro transversal o surco, de manera que los ejemplares menores de 67 μ , entre 48-66 μ (cuadro 5) pertenecerán a la forma de verano-otoño, de surco y cuernos antiapicales cortos, surco-cuerno antiapical derecho 31-58 μ de longitud, e izquierdo 40-71 μ , cuyos individuos menores serían la forma *tenerum* de JÖRGENSEN.

CUADRO 5

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, *A*, e izquierdo, *B*, en relación al surco, halladas en *Ceratium pentagonum subpentagonum*.

SURCO	<i>A</i>		<i>B</i>		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
48	32	32	54	54	1
50	41	41	57	57	1
51	37	44	47	54	3
52	36	36	50	50	1
53	39	46	54	55	2
54	35	48	51	60	2
55	37	37	46	46	1
56	39	48	46	61	11
57	37	44	48	61	9
58	31	46	46	61	13
59	36	46	47	58	11
60	34	47	40	60	36
61	35	58	41	66	42
62	35	46	45	56	26
63	37	53	49	68	26
64	37	54	49	66	29
65	36	53	50	71	25
66	40	53	50	70	46
48-66	31	58	40	71	285

La forma típica, de surco y cuernos más largos, de invierno-primavera, tendría más de 66 μ de longitud del surco, entre 67-86 μ (cuadro 6), surco-cuerno antiapical derecho 39-67 μ , e izquierdo 50-88 μ que sería la forma *robustum* o *subrobustum* según la denominación de JÖRGENSEN.

De la primera forma, o de verano, hemos encontrado 285 ejemplares, alrededor del 25 %, y de la de invierno, o típica, 815, el 75 %, aproximadamente. En la serie de la figura 63 hasta el número 981 serán de la forma menor, de verano, y a partir del número 649 corresponderán a la forma típica.

JÖRGENSEN (1920) al estudiar la forma que considera como variedad *robustum*, cuyo nombre propone cambiar por *subrobustum*, de cuerpo grande y cuernos bien desarrollados, en contraste con otra más delicada, de cuernos antiapicales poco desarrollados, o *tenerum*, apunta la idea de que pudiera ser la misma variedad; efectivamente, nosotros no creemos puedan ser consideradas como variedades distintas, a lo más como formas de una misma variedad.

Según este autor, la longitud del surco de *subrobustum* sería de unas 77 μ , mientras que *tenerum* tendría unas 50 μ de longitud del surco, de 43 a 58 μ . Nosotros no hemos encontrado ejemplares de esta especie menores de 48 μ de longitud del surco.

Al hacer resaltar que cada una de aquellas variedades comprendería diferentes formas o subvariedades, señala la gran variabilidad que se observa en esta especie, que desconcierta si no se estudia un número elevado de ejemplares para poder considerar la gradación de tantas formas, desde los individuos menores hasta los de cuernos más largos.

La que denomina variedad *longisetum*, de mediano o más bien pequeño tamaño, con diámetro transversal de unas 65 μ de longitud, cuernos antiapicales cortos y apical muy largo y fino, no la hemos encontrado nosotros como una forma que pueda diferenciarse del conjunto de ejemplares hallados.

La diferencia entre *robustum* y *subrobustum*, principalmente en la quilla que aparece entre los dos cuernos antiapicales, de modo que sería completa en la primera forma y sólo visible junto al cuerno izquierdo en la segunda, no creemos pueda considerarse como un carácter distintivo, ya que en individuos muy semejantes entre sí, e imposible de separar, unas veces era visible y completa, otras no y aún en muchas ocasiones faltaba totalmente, estando nosotros de acuerdo con las observaciones de BALECH (1962), a este respecto, el cual llama la atención sobre el error de JÖRGENSEN al decir que *robustum* es una variedad antártica, ya que considera no hay *Ceratium* antárticos y las pocas especies

CUADRO 6

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium pentagonum pentagonum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
67	39	56	51	71	30
68	41	54	52	73	50
69	43	59	53	85	37
70	41	59	50	75	44
71	44	61	56	77	57
72	45	59	50	76	34
73	43	63	59	79	46
74	43	62	58	78	63
75	46	65	61	81	71
76	47	65	63	86	111
77	48	65	61	88	71
78	48	67	63	84	52
79	49	65	60	84	35
80	49	67	60	86	37
81	50	63	59	84	48
82	54	61	62	76	9
83	52	58	67	78	9
84	55	65	65	76	5
85	59	66	69	75	3
86	61	66	70	75	3
67-86	39	67	50	88	815

ocasionalmente halladas en tal región son evidentemente invasoras, venidas de latitudes más bajas, o sea que serían subantárticas; en segundo lugar cree que los nombres se prestan a confusiones, pues de las dos variedades la más robusta es *subrobustum*; hace también una tercera consideración previa, al parecer JÖRGENSEN no estudió material subantártico y su figura de *robustum* es copia de KARSTEN.

En un estudio anterior (BALECH, 1944) sobre *Ceratium pentagonum robustum* de la región de Tierra de Fuego, llegó a la conclusión de que no hay una delimitación clara entre *subrobustum* y *robustum*, a pesar de lo cual suelen mantenerse como variedades. Este autor señala 58-84 μ de longitud del surco para la forma *robustum*, 78-86 μ para *subrobustum* y 41,5-59 μ para *tenerum*.

MARGALEF (1945-1964) al estudiar el fitoplancton de Blanes (Gerona) encuentra ejemplares con surco entre 62,5-75 μ de longitud, surco-cuerno derecho 37,5-62 μ , izquierdo 55-75 μ , longitudes que concuerdan con las encontradas por nosotros.

El mismo autor (1953) mide, en Vigo, cuatro ejemplares, con 55-74 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 46-57 μ , izquierdo 65-80 μ , que concuerdan, igualmente, con nuestras mediciones.

MOROZOVA (1954) en su trabajo, en ruso, sobre el fitoplancton del mar Negro, indica el peso húmedo de una célula, en mg, de gran número de especies, calculado sobre el volumen, entre ellas los siguientes *Ceratium*:

<i>C. pentagonum</i>	0,00017	mg
<i>C. tripos</i>	0,00036	»
<i>C. fusus</i>	0,000065	»
<i>C. inflatum</i>	0,000065	»
<i>C. lineatum</i>	0,000035	»
<i>C. furca</i>	0,000035	»

SILVA (1957-1958), siguiendo a GRAHAM y BRONIKOVSKY, considera como subespecies a *robustum* y *tenerum*, citando su presencia en Angola, la primera caracterizada por la existencia de una quilla entre los dos cuerpos antiapicales, siendo éstos largos y claramente divergentes, con longitud del surco entre 78-84 μ y *tenerum* con cuernos antiapicales cortos y paralelos y surco, de los seis ejemplares que mide, entre 63-68 μ de longitud. Encuentra también la variedad *turgidum* que, según su figura, nosotros no hemos encontrado, con 59 μ de longitud del surco, y un ejemplar de *subrobustum*, de 93 μ de longitud del surco, cuya figura difiere notablemente de los ejemplares hallados por nosotros.

A. TRAVERS (1962) señala que la variedad *subrobustum* observada en el golfo de Marsella, a finales de octubre, parece ser la más abundante de la especie. La variedad *longisetum*, que hace resaltar es generalmente confundida con *tenerum*, la encontró únicamente de julio a septiembre,

pero con numerosos individuos ; y la variedad *tenerum* principalmente de diciembre a marzo.

HALIM (1963) considera común la forma *robustum* en aguas egipcias, en invierno y primavera, aunque se encuentra sólo en pequeño número, y la forma *tenerum*, como muy rara, en marzo.

Como vemos, existe cierta confusión con respecto a las formas *robustum* y *subrobustum*, resultando, a veces, difícil saber a cuál se refieren los autores al citarla, no creyendo, desde luego, deba darse el valor de especie a la forma o variedad *subrobustum*, como pretendió STEEMANN NIELSEN (1934) siguiendo a PAVILLARD. Comparando las figuras de los trabajos en que aparecen representadas dichas formas hemos podido observar que lo que para unos autores es variedad o forma *subrobustum*, para otros es *robustum*, resultando todavía más confusa su interpretación si tenemos en cuenta su descripción, ya que, como señalaba JÖRGENSEN (1920), su estructura no puede ser tenida en cuenta como carácter diferencial, puesto que algunas formas que han alcanzado su máximo desarrollo presentan una estructura parecida a la de otras más pequeñas, pensando que muchas veces habría que aplicar el término modificación, creyendo es imposible distinguir sistemáticamente unas de otras.

Por ello, nosotros, visto que esta gran variabilidad de formas han de incluirse en una sola especie, nos inclinamos a considerar como típica la más común, más abundante en invierno-primavera, o *pentagonum*, de surco y cuernos grandes. Los ejemplares menores de la otra forma, de verano-otoño, de surco y cuernos más cortos, corresponden, indudablemente, a la forma *tenerum* y habíamos pensado, con el fin de no introducir otra nueva denominación, que podría hacerse extensivo, dicho nombre, a los individuos mayores de esta forma, pero JÖRGENSEN (1920) la caracteriza por tener de 43 a 58 μ de longitud del surco, generalmente 50 μ , con cuernos antiapicales delgados y apical corto, que BALECH (1962) amplía entre 41,5 y 59 μ de longitud del surco, resultando que los individuos de más de 59 μ , hasta 66 μ de longitud del surco, se asemejan, ciertamente, más a la forma típica y como además son los más numerosos, ya que hasta 58 μ sólo corresponde el 19 % de los ejemplares hallados, y el 81 % a los mayores, bastante distintos a *tenerum*, creemos que si aplicáramos el mismo nombre a unos y a otros sería aún mayor la confusión, por lo que, dado que es una forma más pequeña de la misma variedad, podríamos denominarla *subpentagonum*.

Ceratium teres parece ser una especie de invierno. Nosotros sólo la hemos encontrado de diciembre a abril, coincidiendo en este criterio con MARGALEF (1951-1964) y sus colaboradores, los cuales, al estudiar el fitoplancton de Castellón, encuentran mayor abundancia de células en noviembre y diciembre. Al hacer el inventario correspondiente al año 1954, que estudiamos, dicho autor sólo encontró un ejemplar, en mayo.

TREGOUBOFF y ROSE (1957) lo consideran perenne en invierno, en el Mediterráneo.

HALIM (1963) lo encuentra, en aguas egipcias, aislado en invierno y primavera.

Según SCHILLER (1937) puede medir de 31 a 56 μ de longitud del diámetro transversal o surco. Los ejemplares hallados por nosotros medían de 39 a 48 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 29-45 μ de longitud, izquierdo 46-67 μ (cuadro 7).

CUADRO 7

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium teres*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
39	32	32	46	46	1
41	34	35	48	50	2
42	29	37	46	52	4
43	31	37	48	52	4
45	35	40	52	53	2
47	40	41	57	59	2
48	45	45	67	67	1
39-48	29	45	46	67	16

Las medidas efectuadas por MARGALEF (1945-1964), en esta especie, en Blanes (Gerona), con surco de 37,5 a 43 μ , surco-cuerno antiapical derecho 28-30 μ , e izquierdo 45-50 μ de longitud, concuerdan, aproximadamente, con nuestras mediciones.

SILVA (1949) midió un ejemplar de 45,7 μ de longitud del surco, señalando que otros individuos más esbeltos medían alrededor de 45 μ .

En *Ceratium furca* no cabe duda que existen dos tipos distintos, que corresponderían a diferente genotipo, dando origen a dos variedades, una típica, de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del diámetro transversal o surco, que identificamos con la variedad *eugrammum*, y otra, menos abundante, de cuernos antiapicales relativamente más largos, que podría identificarse con la variedad *Berghii*. Ahora bien, también hemos podido comprobar que en cada una de estas variedades existe una forma de invierno, mayor, y otra de verano, menor, que corresponderían a distinto fenotipo, dentro de un mismo genotipo.

Por lo que respecta a la variedad *eugrammum*, podemos considerar que, prácticamente, se presenta en invierno-primavera, ya que sólo corresponde al período verano-otoño el 2 %; por otra parte, aun cuando es posible determinar que la forma de verano correspondería a células de 31 a 43 μ de longitud del surco, como los ejemplares menores de la

forma de invierno se hallan comprendidos también en estas dimensiones del surco y son mucho más numerosos, resultaría que, al separarlos, incluiríamos más ejemplares de invierno que de verano puesto que ambas formas presentan el mismo tipo de variación y no es posible separarlas.

Por consiguiente, nos inclinamos a considerar, en esta variedad, una sola forma típica o *eugrammum*, cuyas dimensiones estarían comprendidas entre 33 y 60 μ de longitud del surco; surco-cuerno antiapical derecho 33-65 μ e izquierdo 61-145 μ , aunque hemos de señalar que el cuerno antiapical izquierdo no suele pasar de 130 μ de longitud, ya que sólo hemos encontrado tres ejemplares de más de esa longitud, uno de 142 μ , otro de 145 μ y un tercero de 154 μ , este último era un individuo cuyo cuerno antiapical izquierdo se presentaba anormalmente desproporcionado en relación al surco (51 μ) y al cuerno derecho (55 μ).

En el cuadro 8 indicamos las longitudes, mínima y máxima, halladas al medir cada uno de los cuernos antiapicales, derecho *A*, e izquierdo *B*, respecto a la longitud del surco *S*, en esta variedad.

La variedad *Berghii*, menos numerosa que la anterior, de cuernos antiapicales relativamente más largos, en relación al surco, presenta, igualmente, una forma de invierno-primavera, de surco y cuernos antiapicales largos, y otra de verano-otoño, de surco y cuernos más cortos, siguiendo ambas la misma línea de variación.

La forma más común, de invierno-primavera, comprendería los individuos de 34 a 54 μ de longitud del diámetro transversal o surco; surco-cuerno antiapical derecho 42-78 μ , e izquierdo 78-142 μ , sería la forma típica o *Berghii*.

La forma de verano-otoño varía entre 26 y 33 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 30-51 μ de longitud, izquierdo 68-106 μ , la cual, por ser menor, denominaríamos *subBerghii*.

Las longitudes mínima y máxima halladas de los cuernos antiapicales, en cada longitud del surco, se indican en el cuadro 9 para la forma *subBerghii* y en el cuadro 10 para *Berghii*.

En la serie de esta variedad, cuyo surco variaba en una micra, las células menores, de 26 a 33 μ de longitud del surco se encontraron en agosto, o sea en verano; de 34 a 37 μ , es decir, las menores de la forma *Berghii*, en junio y las restantes, de 38 a 54 μ , de enero a mayo.

Comparando las medidas que indican los distintos autores tendremos que, según SCHILLER (1937), la variedad *eugrammum* mide de 30 a 35 μ de longitud del surco y *Berghii* de 40 a 50 μ .

MARGALEF (1945) mide 3 ejemplares de *eugrammum* de 30 a 39 μ de longitud del surco y uno de 26 μ , surco-cuerno antiapical derecho 24 μ , izquierdo 50 μ .

MARGALEF y DURÁN (1952-1953), al estudiar el fitoplancton de la ría de Vigo, señalaban algunos hechos dignos de ser resaltados. Consideraban, a este respecto, la especie como bastante variable y difícil de dis-

CUADRO 8.

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium furca eugrammum*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
33	34	47	69	86	7
34	33	46	70	90	11
35	34	46	70	99	7
36	38	47	78	98	14
37	36	44	61	98	18
38	35	47	66	100	22
39	41	48	83	102	15
40	38	51	81	103	55
41	38	54	76	116	164
42	39	56	77	116	108
43	37	53	77	108	127
44	38	59	76	121	157
45	38	57	76	122	188
46	38	59	80	113	168
47	41	62	81	123	97
48	40	62	82	121	92
49	38	62	86	126	64
50	41	64	88	127	72
51	41	65	92	122	47
51	55	55	154	154	1
52	48	65	99	127	10
53	44	56	96	116	11
54	44	57	95	111	10
55	42	51	93	142	4
56	43	57	95	120	10
57	49	61	107	145	4
58	43	63	98	126	3
59	61	62	126	128	2
60	61	61	126	126	1
33-60	33	65	61	154	1489

CUADRO 9

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium furca subBerghii*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
26	35	37	71	74	4
27	34	38	73	76	3
28	30	43	68	81	21
29	34	46	70	93	25
30	31	45	68	87	22
31	35	51	75	104	43
32	37	48	73	106	14
33	41	50	81	106	7
26-33	30	51	68	106	139

CUADRO 10

Longitudes, mínima y máxima, en micras, del surco-cuerno antiapical derecho, A, e izquierdo, B, en relación al surco, halladas en *Ceratium furca Berghii*.

SURCO	A		B		NÚMERO DE EJEMPLARES
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
34	42	50	83	110	23
35	43	63	83	115	28
36	44	63	83	115	20
37	45	63	78	115	19
38	48	53	83	117	22
39	49	52	90	106	6
40	50	65	81	126	18
41	54	66	88	127	11
42	54	69	90	126	5
43	56	71	94	126	12
44	58	72	94	126	15
45	61	71	107	125	7
46	62	72	106	125	10
47	64	72	108	129	6
48	72	76	128	139	3
49	73	77	136	139	3
50	72	72	130	130	1
54	76	78	140	142	4
34-54	42	78	78	142	213

tinguir en ella tipos constantes y seguramente separables, lo que esperamos haber conseguido nosotros. Creen que, en general, la mayoría de los ejemplares pueden atribuirse a una u otra forma y que las variaciones del diámetro transversal parecen ser independientes del desarrollo de los cuernos, pero dentro de cada tipo las formas de mayor diámetro tienen también los cuernos más largos, llegando a la conclusión de que es necesario estudiar series numerosas, comparando entre sí las formas de igual diámetro transversal. Esto es, precisamente, lo que hemos hecho nosotros, viendo que en cada variedad hay una alometría positiva, es decir, que cuando el surco es mayor los cuernos son más largos, pero dentro de unos límites de cierta amplitud, según hemos comprobado al comparar los que tenían la misma longitud del surco. Estos autores miden una corta serie de 20 ejemplares de la variedad *eugrammum* y otra de 14 de la variedad *Berghii*, indicando la diferencia de longitud del surco-cuerno antiapical derecho e izquierdo, respecto a la del surco. Para la variedad *eugrammum* indican en el Mediterráneo de 30 a 39 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 40-36 μ de longitud, izquierdo 90-105 μ ; y en el Atlántico, para 31-50 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 40-60 μ de longitud, izquierdo 64-100 μ ; nosotros hemos encontrado, para esta variedad, de 33 a 60 μ de longitud del surco, correspondiendo a 33-39 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 33-48 μ de longitud, izquierdo 61-102 μ , y a 33-50 μ

de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 33-64 μ de longitud, izquierdo 61-127 μ . Es decir, que nuestras medidas concuerdan más con las dadas por los citados autores para el Atlántico, aunque hemos encontrado muchos ejemplares con el cuerno antiapical izquierdo mayor de 100 μ de longitud, que consideran como límite para esa longitud del surco. Por lo que respecta a la variedad *Berghii* indican, para 33-70 μ de longitud del surco, en el Mediterráneo, surco-cuerno antiapical derecho 65-75 μ de longitud, izquierdo 140-150 μ ; en el Atlántico, para 32-52 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 50-72 μ de longitud, izquierdo 104-130 μ ; nosotros hemos hallado ejemplares de esta variedad desde 26 a 54 μ de longitud del surco, correspondiendo a 34-54 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 42-78 μ de longitud, izquierdo 78-142 μ y para 32-52 μ de longitud del surco, surco-cuerno antiapical derecho 37-72 μ de longitud, izquierdo 73-139 μ ; como vemos, tanto por lo que respecta a las medidas dadas para el Mediterráneo, como para el Atlántico, las medidas halladas por nosotros coinciden en los valores más altos, pero los límites inferiores son bastante más bajos en ambos cuernos antiapicales.

Las observaciones de JÖRGENSEN (1920) coinciden, en cierto modo, con las nuestras, al afirmar que esta especie es relativamente numerosa y parece decrecer en número hacia la estación más cálida. Dicho autor está de acuerdo con MIENKIEWICZ (1900), el cual consideró la forma más corta y ancha de invierno y la más larga y estrecha de verano, pero disiente del criterio de ENTZ (1905), el cual considera las formas cortas de verano y las más largas de invierno, lo que no coincide con sus observaciones, excepto en las mayores, que parecen prevalecer solamente en aguas más frías.

Aunque resulte paradójico, creemos que las observaciones de ambos autores concuerdan con la realidad, porque lo que no acertó a comprender JÖRGENSEN, a nuestro juicio, es que el problema queda, en cierto modo, enmascarado, ya que, como hemos visto, la variedad *eugrammum*, de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación al surco, se presenta casi exclusivamente en invierno, en tal cantidad que enmascara a la forma de invierno de la variedad *Berghii*, de cuernos relativamente más largos, y en verano aparece en mayor número la forma de surco y cuernos cortos de la misma variedad, al estar prácticamente ausente la forma de verano de la variedad *eugrammum*.

O sea que, en invierno-primavera tendríamos, por un lado, la forma de invierno de la variedad *eugrammum*, es decir, los individuos de surco y cuernos mayores de la variedad de cuernos relativamente más cortos, que serán los más abundantes, el 79 % del total de la especie y, además, se encontrarán también los ejemplares de la forma de invierno de la variedad *Berghii*, que serán los mayores de la variedad de cuernos relativamente más largos; ahora bien, como de esta última forma sólo hay

el 11 % del total, parecerá, y en realidad es así, que la forma más abundante es la de cuernos cortos, aunque destacará, indudablemente, la presencia de los ejemplares de cuernos más largos y ello es lo que hacía decir a JÖRGENSEN (1920) que no estaba de acuerdo con ENTZ (1905), excepto en los más grandes, que parecían prevalecer únicamente en las aguas más frías.

Durante el verano y otoño tendríamos, por un lado, la forma de verano de la variedad *eugrammum*, es decir, los individuos de surco y cuernos menores de la variedad de cuernos relativamente más cortos, que se encuentran en escasa proporción, el 1 %, y, por otro lado, tendremos la forma de verano de la variedad *Berghii*, que hemos denominado *subBerghii*, y corresponde a las células menores de la variedad de cuernos relativamente más largos, de las cuales se encuentran alrededor del 9 % del total. Como resultaría difícil separar ambas formas, semejarán una sola.

Esta especie es mucho más numerosa en invierno-primavera, estando de acuerdo con lo observado por JÖRGENSEN (1920), encontrándose durante este período el 90 % del total de la especie.

CICLO ANUAL Y TEMPERATURA

Teniendo en cuenta la posible relación entre las distintas variedades y formas y la temperatura del agua, en la zona en que fue recogido el plancton estudiado, hemos construido una gráfica (fig. 83) tomando los datos de los trabajos de ANDREU (1951), RODRÍGUEZ-RODA (1951-1955), y HERRERA (1955-1963) que se han ocupado de estos estudios, el trazo grueso corresponde a la media de 10 años (1951-1960) y el trazo fino a 1954, año en que se recogió el plancton estudiado.

Como podemos observar, existe alguna diferencia entre 1954 y la media del total de diez años, pero tanto en uno como en otro caso, de diciembre a mayo son los seis meses del año en que la temperatura es más baja, o sea en invierno y primavera, y de junio a noviembre, o sea en verano y otoño, la temperatura es más elevada. En los dos casos la temperatura mínima corresponde a enero, febrero y marzo y la máxima a julio, agosto y septiembre.

Como *Ceratium candelabrum* var. *candelabrum* presenta su máxima abundancia en febrero y marzo; *C. candelabrum* var. *dilatatum* en julio y agosto; *C. pentagonum* de diciembre a marzo, principalmente en enero y febrero; *C. teres* en diciembre y enero; *C. furca* var. *eugrammum* de enero a abril, principalmente en marzo y abril; *C. furca* var. *Berghii* en mayo, junio y agosto, con el máximo en este último mes; *C. tripos tripodioides* en enero y febrero; y *C. tripos pulchellum* en

agosto; podemos considerar que las variedades de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del diámetro transversal o surco, presentan su mayor abundancia en invierno, mientras que las variedades de cuernos antiapicales relativamente más largos son más abundantes en verano.

Parece que existe, por tanto, cierta relación entre la temperatura del agua y la longitud del surco y de los cuernos, como si la elevación de temperatura favoreciera el desarrollo de las variedades de surco menor y cuernos relativamente más largos y así lo consideran SVERDRUP, JHON-

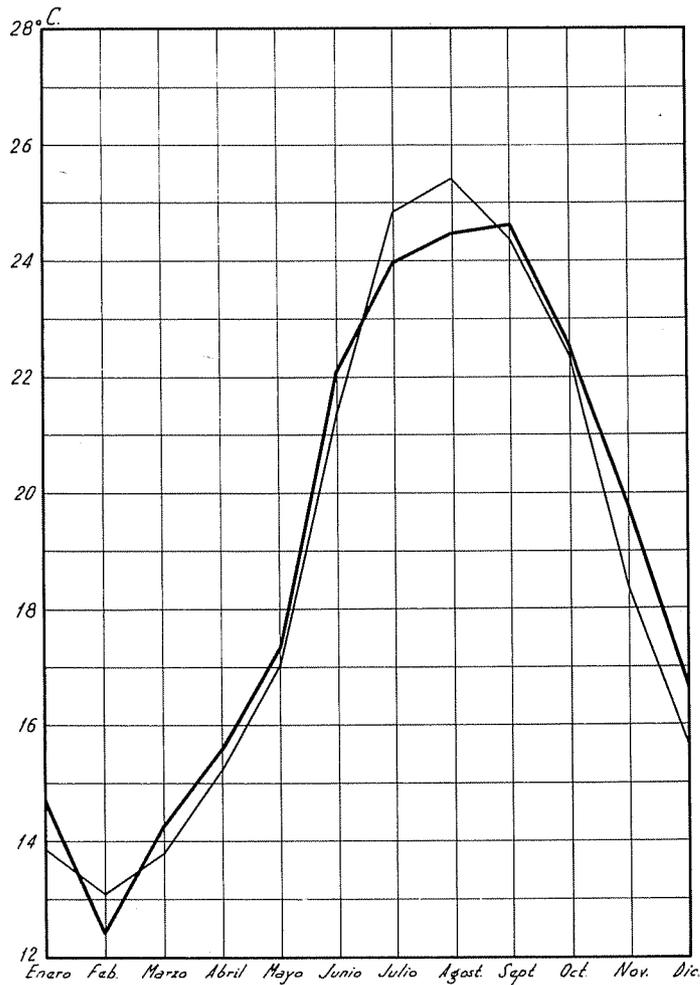


FIG. 83. — Temperatura media del agua superficial en la zona en que se recogió el plancton estudiado. Trazo grueso, media de 10 años (1951-1960); trazo fino, año 1954.

SON y FLEMING (1952), creyendo posible que los cuernos de los *Ceratium* sean más largos en aguas cálidas o templadas, que, en general, acelerarían la vida de los dinoflagelados, influyendo, con la luz y otros factores, directamente sobre su desarrollo e indirectamente sobre los elementos nutritivos y cantidad de alimento disponible.

Anteriormente, GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944) hicieron resaltar que PETERS (1932) había llegado a la conclusión de que las temperaturas del agua entre 15° y 27°C no tenían influencia en la distribución del género *Ceratium* en el sur del Atlántico, aunque, por otra parte, vio posible agrupar las distintas especies según la temperatura de las aguas. Igualmente, STEEMANN NIELSEN (1934) se inclinó a considerar los 15°C como límite de separación en las regiones que estudió del sur del Pacífico, no encontrando muchos casos de correlación entre el desarrollo de las células y la temperatura, no obstante, también clasificó las especies según las aguas en que vivían, lo mismo que hacen GRAHAM y BRONIKOVSKY.

Pero son de particular interés a este respecto, los trabajos de RYTTER HASLE y NORDLI (1951) y NORDLI (1953) por referirse concretamente a algunas de las especies estudiadas por nosotros, habiendo observado en material de cultivo que *C. furca* y *C. tripos*, al igual que *C. lineatum* y *C. fusus*, decrecían con el aumento de la temperatura.

RYTTER HASLE y NORDLI (1951) estudian la variación en la forma de *C. furca*, *C. tripos* y *C. fusus*, en cultivos y en el mar. En la introducción de su trabajo señalan que la variación en la longitud de los cuernos de los *Ceratium*, de distintas regiones, se ha discutido en numerosas publicaciones, siendo, posiblemente, la idea más antigua la expuesta por KARSTEN (1907) el cual encontró que los cuernos eran más largos en las zonas de mayor iluminación y más en aguas templadas que en frías, ello se explicaría como una regulación en el poder de flotación de los organismos, como consecuencia de la variación de densidad del agua de mar. PETERS (1934) mantiene que las sales nutrientes tienen mayor importancia en el desarrollo y variación del plancton, que la temperatura y salinidad, mientras que STEEMANN NIELSEN (1934) sostiene que depende, primordialmente, de dos factores: la temperatura y las condiciones del agua, según sea ésta nerítica u oceánica, de modo que las temperaturas más altas producen una reducción en el tamaño del cuerpo y en algunas especies también en la longitud de los cuernos debido a la acumulación de productos metabólicos. KOFOID (1908) informó de un acortamiento de los cuernos, relacionándolo con un proceso de regulación, posiblemente por transferencia de agua templada a más fría, que denominó autonomía, término utilizado más tarde por JÖRGENSEN (1911) y PETERS (1934), habiendo observado fenómenos parecidos LOHMANN (1908) y APSTEIN (1910).

RYTTER HASLE y NORDLI consiguieron cultivos de *C. fusus* que vivieron durante más de dos años y de *C. furca* y *C. tripos* durante varios

meses, comparándolos, de una manera regular y continuada, con muestras de la región donde fueron recogidos los individuos origen del cultivo, en Oslofjord, que se caracteriza por ser un fiordo poco típico, siendo más bien una zona de aguas costeras, encontrándose más frecuentemente las especies estudiadas, todas neríticas, existiendo un gran paralelismo entre el desarrollo de los individuos de cultivo y los recogidos en su ambiente natural, incluso sus anomalías y deformaciones, sin poder llegar a determinar, con precisión, las causas que dan lugar a las variaciones, aunque de sus observaciones deducen y se inclinan a considerar como factores esenciales: la cantidad de sales nutrientes del agua, la temperatura y la densidad del cultivo, que influirían sobre el tamaño de la célula.

NORDLI (1953) estudia, experimentalmente, en cultivo, los efectos de la salinidad y de la temperatura, registrando que la salinidad óptima para *C. furca*, *C. tripos* y *C. fusus* está por debajo de la que normalmente se encuentra en el mar y la temperatura óptima para *C. furca* y *C. fusus* corresponde a niveles que en aquellas latitudes (Noruega) sólo corresponden a áreas restringidas, donde en verano alcanza un máximo de 18° a 20°C y la salinidad mínima es de 18‰, aunque a la entrada del Báltico puede bajar hasta 7‰. En verano son muy abundantes las especies de *Ceratium* y así como *C. tripos* puede desarrollarse en salinidades hasta del 10‰, *C. furca* y *C. fusus* no se desenvuelven a tan bajas salinidades. En Oslofjord, un área muy estudiada, los *Ceratium* se encuentran siempre en verano en gran cantidad y el autor ha registrado *C. furca* y *C. fusus* en número mayor de 100 000 células por litro y más de 33 000 células por litro en *C. tripos*, considerando que es la mayor densidad registrada de estos organismos hasta entonces. Otros factores de importancia son la abundancia de sales nutrientes, cuya influencia no ha sido aclarada totalmente. Estudió también un área de 300 a 400 km de distancia a la costa, la cual, en verano, está limitada por la isohalina de 35‰ e isoterma de 12°C, predominando especies oceánicas, entre las cuales *C. tripos*, *C. fusus* y *C. macroceros* son las más abundantes, este área presenta una salinidad menor y una temperatura mayor que las aguas típicamente oceánicas, ofreciendo condiciones más favorables para el desarrollo de los *Ceratium* que las más alejadas de la costa, ello debido, probablemente, a constituir un área biogeográfica limitada por la temperatura y salinidad del agua que le rodea en verano, siendo de notar que estas especies de *Ceratium* viven, en condiciones naturales, en salinidades más bajas y temperaturas más altas que las que ha sido posible conseguir en cultivos.

Efectivamente, ya hemos visto nosotros que aun cuando las variedades de cuernos relativamente más largos se encuentran, preferentemente, en verano, en cada una de las variedades la elevación de la temperatura parece favorecer el desarrollo de las formas de surco y cuernos más cortos, de modo que en verano prevalecen los individuos menores

y en invierno los mayores, estando de acuerdo estas deducciones con los resultados obtenidos por MARGALEF (1953), el cual, al estudiar, experimentalmente, las modificaciones en células clorofíceas, inducidas por diferentes temperaturas, comprobó que un aumento de la temperatura produce una disminución global de las dimensiones y que las dimensiones largas se modifican más que las cortas, bastando una generación para que se dejen sentir los efectos, tratándose, pues, de una acomodación rápida de los organismos, señalando que la influencia de otros factores, como son la composición del medio o la densidad de la población tienen una importancia secundaria al lado de la producida por la temperatura. La disminución del tamaño debe considerarse como una adaptación y representa una ventaja para el organismo en las nuevas condiciones.

Este mismo autor, a propósito de nuestra comunicación sobre la variabilidad morfológica en *Ceratium* (LÓPEZ, 1960), hizo resaltar que es un fenómeno de selección, pero también se manifiestan fenómenos de acomodación en el mismo sentido, siendo menores los ejemplares desarrollados a temperaturas más elevadas.

NIELSEN (1956), en un trabajo sobre variación en *Ceratium*, estudia material de 1936 a 1938 y llega a la conclusión de que *C. tripos*, en 1936, muestra su mayor talla cuando la temperatura es más baja y la longitud total decrece con el aumento de la temperatura, llegando a ser mínima cuando la temperatura alcanza su máximo. El surco muestra una relación similar, aunque en 1937 no es tan evidente, el desarrollo máximo tiene lugar un poco después del mínimo de temperatura y el mínimo ocurre un poco después que la máxima temperatura. Al estudiar las muestras de tres años observa que, generalmente, las dimensiones de *Ceratium* son menores cuando éstos abundan más. La relación del diagrama de variación demuestra que las curvas de temperatura parecen justificar la suposición de que las variaciones están directamente relacionadas y dependen de la temperatura. Estas observaciones concuerdan con los experimentos de cultivo llevadas a cabo y aunque hay que tener en cuenta que otros factores pueden influir también, en el material estudiado parece ser que el factor temperatura ha sido el de mayor importancia, anulando el efecto de los demás. Señala que RYTTER HASLE y NORDLI (1951) y NORDLI (1953) observaron, en material de cultivo, que *C. furca*, *C. lineatum* y *C. fusus* decrecían con el aumento de la densidad de cultivo.

Nosotros también hemos encontrado que el desarrollo máximo del surco tiene lugar después del descenso de la temperatura y el mínimo, igualmente, después de la elevación de temperatura, como si la influencia de la temperatura del primer mes de los seis más fríos del año no se dejara sentir hasta el siguiente, e igual ocurría con el primer mes de los seis de mayor temperatura.

HALIM (1956), al tratar del ciclo ecológico de los dinoflagelados en Villefranche (Francia), de 1953 a 1955, señala que el máximo anual tiene lugar a temperatura moderada, 17°-21°C y el incremento primaveral empieza a temperaturas más invernales, 13°C, en marzo, y parece ser estimulado por el aumento de insolación, de 8 a 9 horas, contra 4 ó 5 horas, por día, durante los meses precedentes. De igual manera, la temperatura moderada de otoño, 17°-18°C, no es suficiente, por sí misma, para mantener la producción al nivel de primavera o verano.

CONOVER (1956), encuentra en el fitoplancton de Long Island, en Conecticut (Estados Unidos), cierta relación entre el crecimiento y la temperatura, luz y salinidad, estando influida, en cierto modo, la competencia entre algunas especies por la temperatura.

NORDLI (1957), observó experimentalmente que los *Ceratium* decrecían con el aumento de la temperatura.

JAGUER (1957), no encuentra una correlación definitiva entre la temperatura y el fitoplancton de la bahía de Santa Elena, que estudia, creyendo deben influir otros factores, como son la luz, energía solar, etc. Sin embargo, señala que es más abundante durante la primavera y el verano y menos en otoño e invierno, cuando la temperatura es relativamente baja, teniendo lugar el verano, en aquella latitud, de diciembre a febrero y el invierno de junio a agosto.

VIVES y LÓPEZ BENITO (1957-1958) y VIVES (1960), al estudiar el fitoplancton de la ría de Vigo, observan que la temperatura influye de manera diferente en las diatomeas y dinoflagelados y un aumento de temperatura parece traducirse en un notable incremento de los dinoflagelados sobre el conjunto de la población, dándose los valores máximos de peridíneas con insolación decreciente y temperaturas comprendidas entre los 15° y 20°C.

BALLE (1953-1959), al estudiar el plancton de Palma de Mallorca, encuentra una íntima correlación entre el aumento de fitoplancton y el incremento progresivo de la temperatura.

YENTSCH (1962), en el capítulo sobre el plancton marino de la obra «Physiology and Biochemistry of Algae» trata de la temperatura y salinidad, haciendo ver que, en general, los resultados obtenidos en diferentes observaciones han de ser aceptados con precaución y sólo en muy pocas especies, como por ejemplo en dinoflagelados del Báltico y Pacífico, son significativos, encontrando, experimentalmente, que crecen a temperaturas entre 5° y 30°C.

MARGALEF (1962), en su estudio sobre las Comunidades Naturales, al tratar de la ciclomorfosis, señala que en los individuos de vida corta cada generación puede llevar marcado el efecto de la temperatura propia del período del año en que se ha desarrollado. El efecto más notable de la ciclomorfosis consiste en el menor tamaño de los individuos desarrollados en verano. En principio se creyó que era un fenómeno propio de los orga-

nismos del plancton, en los que la reducción estival del tamaño tendría sentido de adaptación a la disminución que la viscosidad del agua experimenta al subir la temperatura, pero se ha visto que también se manifiesta en organismos bentónicos y, desde luego, en toda clase de algas. Muy frecuentemente las fluctuaciones en el tamaño siguen, con cierto retraso, las fluctuaciones térmicas y aunque el acuerdo general es considerar la temperatura como determinante básico de la ciclomorfosis, no debe excluirse la influencia de otros factores.

SOLUM (1962), en su estudio taxonómico y biométrico de *Dinophysis*, observa que donde la salinidad es alta el término medio de la longitud decrece con el aumento de la temperatura, mientras que a bajas salinidades, la salinidad domina a la temperatura, no influyendo ésta, aunque no le fue posible relacionar la medida y la variación de la forma, respecto de la temperatura, porque los datos conseguidos en distintas localidades no concordaban totalmente.

Por lo que respecta concretamente a *C. pentagonum*, TRAVERS (1962), al estudiar el fitoplancton del golfo de Marsella, señala que la frecuencia de las distintas variedades, de esta especie, en diferentes épocas del año, parece indicar la relación existente entre estas variedades y una temperatura óptima, considerando la variedad *subrobustum* como estival, mientras que *tenerum* y *robustum* preferirían las aguas frías.

Vemos, pues, que aun cuando existe cierta disparidad de criterios, la mayoría de los autores se inclinan a considerar que puede existir determinada relación entre la temperatura del agua y el desarrollo de la célula y, lo que es más importante, ninguno afirma que esta relación no exista, limitándose, en todo caso, a indicar que no han podido establecer estas relaciones.

Por ello, nos pareció conveniente tratar de relacionar la variación anual del tamaño de las células con la temperatura del agua superficial, para lo cual, como conocíamos la temperatura media mensual del agua, durante el año en que se recogió el plancton estudiado (cuadro 11), procedimos a determinar la longitud media mensual del diámetro transversal o surco, en cada una de las especies y variedades que hemos establecido en el subgénero *Biceratium* (cuadro 12).

Determinada la línea de interpolación, para cada una de las especies y variedades estudiadas (fig. 84), comprobamos que, en todas, la regresión es negativa, es decir, que cuando la temperatura del agua es más elevada la longitud del surco es menor y, por el contrario, cuando la temperatura del agua es más baja el surco es más largo, o sea que, como la relación alométrica entre la longitud del surco y la de los cuernos antiapicales era positiva, resulta que el tamaño de las células disminuye con el aumento de la temperatura, confirmándose así el que las células son menores en verano y en invierno mayores, independientemente de la variedad a que correspondan.

C U A D R O I I
 Temperatura media, en grados centígrados, del agua superficial en la zona de pesca de Castellón

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1951-60
Enero	12,9	13,4	12,9	14,6	15,4	14,3	13,9	14,2	13,8	12,9	13,8
Febrero	12,6	12,7	12,7	12,4	13,8	12,4	14,2	14,1	13,0	13,0	13,1
Marzo	12,6	14,6	12,9	14,3	14,0	13,1	15,0	13,9	13,6	13,9	13,8
Abril	14,1	15,8	15,5	15,6	16,2	14,7	15,5	14,6	15,2	15,1	15,2
Mayo	15,8	19,4	19,0	17,3	20,3	17,7	17,3	17,9	17,7	17,7	18,0
Junio	21,2	24,2	19,2	22,1	21,6	20,2	19,8	20,4	21,4	23,9	21,4
Julio	24,6	26,4	24,9	24,0	25,9	24,0	23,8	23,9	26,1	25,3	24,9
Agosto	25,2	25,1	26,0	24,5	26,7	24,9	24,8	25,2	26,3	26,0	25,5
Septiembre ..	25,0	20,7	26,2	24,6	25,2	24,4	23,3	25,3	24,2	24,3	24,3
Octubre	21,3	20,5	21,4	22,5	23,3	22,7	21,0	21,3	21,6	22,6	21,8
Noviembre ...	17,8	19,3	18,5	19,6	19,3	17,5	18,1	17,9	18,3	17,0	18,3
Diciembre ...	15,6	16,8	16,2	16,7	16,0	15,6	15,0	15,1	14,7	14,0	15,6

C U A D R O I 2
 Longitud media mensual, en micras, del surco, S

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE.	DICIEMBRE.
<i>Ceratium candelabrum</i>	85,4	88,9	91,5	98,9	86,2	88,1	84,3	81,5	75,9	80,5	81,0	73,3
<i>C. candelabrum candelabrum</i>	85,4	89,0	92,1	94,1	87,8	89,2	86,3	85,7	75,5	80,5	81,0	73,3
<i>C. caudelabrum dilatatum</i> ...	72,3	84,0	75,4	92,2	82,0	87,8	82,7	79,9	82,4	78,0	.	.
<i>C. pentagonum</i>	43,3	75,8	74,6	72,8	74,3	68,2	.	62,3	59,0	60,0	61,4	63,4
<i>C. teres</i>	43,3	42,5	47,3	.	.	.	.	.	.	.	.	41,9
<i>C. furca</i>	43,5	45,6	44,3	44,7	47,0	36,5	31,9	30,1	31,0	33,5	34,0	39,3
<i>C. furca eugranumum</i>	44,1	45,7	44,8	45,0	46,2	45,4	34,0	33,7	35,0	34,0	34,0	39,9
<i>C. furca Berghii</i>	36,7	42,5	39,4	41,3	41,9	33,7	30,9	29,7	30,8	33,5	34,0	36,5

Ceratium candelabrum fue la especie cuya relación resultó más aleatoria por lo que respecta a la variedad *dilatatum* debido, por una parte, a que el número de ejemplares no era elevado y, por otra, a que en el mes de marzo, cuando la temperatura del agua es bastante baja (uno de los tres meses de temperatura más baja del año) de los siete ejemplares encontrados en dicho mes, tres correspondieron a longitudes muy pequeñas del surco, entre 65 y 68 μ , o sea que aparecen, anormalmente, en un mes frío algunos individuos de surco muy corto, aunque en los restantes meses se observa, en general, en esta variedad, una correlación negativa, es decir, que a más baja temperatura la longitud del surco es mayor.

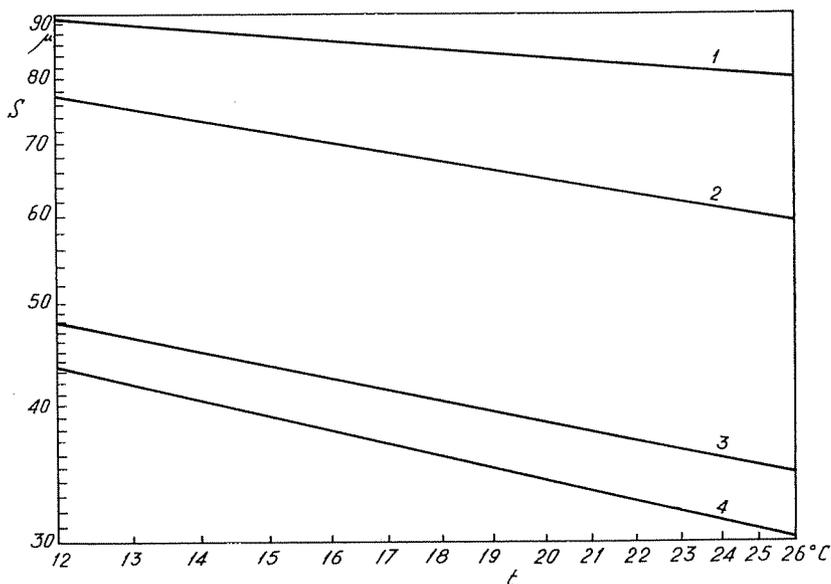


FIG. 84. — Relación entre la longitud del surco, S , y la de la temperatura del agua superficial en *Ceratium candelabrum* (1), *C. pentagonum* (2), *C. furca eugrammum* (3) y *C. furca Berghii* (4).

Por lo que respecta al total de *Ceratium candelabrum*, así como para la variedad típica, la relación es claramente negativa.

Las constantes de variación, para esta especie, relacionando la longitud media mensual del diámetro transversal o surco, S , con la temperatura media mensual del agua superficial, t , son :

Ceratium candelabrum

$$S = 133,61868 \cdot t^{-0.15577}$$

Ceratium candelabrum candelabrum

$$S = 121,18888 \cdot t^{-0,12241}$$

Ceratium candelabrum dilatatum

$$S = 83,66400 \cdot t^{-0,00203}$$

En *Ceratium pentagonum* la relación entre la temperatura del agua, t , y la longitud del surco, S , es claramente negativa, siendo la constante de variación :

$$S = 181,05017 \cdot t^{-0,34141}$$

Respecto a *Ceratium teres*, debido a que todos los ejemplares fueron encontrados en los meses más fríos del año, esta relación no tiene tanto valor demostrativo, no obstante, también existe una clara correlación negativa :

$$S = 51,50000 \cdot t^{-0,06190}$$

Es en *Ceratium furca* donde la relación negativa, entre el surco, S , y la temperatura del agua, t , es más manifiesta en ambas variedades de la especie, siendo las constantes de variación :

Ceratium furca

$$S = 240,79444 \cdot t^{-0,63280}$$

Ceratium furca eugrammum

$$S = 138,28387 \cdot t^{-0,42429}$$

Ceratium furca Berghii

$$S = 141,60323 \cdot t^{-0,47245}$$

O sea que, conforme aumenta la temperatura del agua durante el año, el tamaño de las células es menor y, por el contrario, al disminuir la temperatura del agua el tamaño de las células es mayor.

Todo ello ha de servirnos como base para discutir el problema, pero antes sería conveniente examinar otro factor, también importante, que puede estar relacionado con la temperatura, como es la salinidad.

SALINIDAD

Aun cuando en los trabajos hidrográficos la salinidad de los distintos mares, en diferentes localidades, ha sido ampliamente estudiada, no son muy numerosos los que tratan de relacionar este factor con el desarrollo de los componentes del fitoplancton.

Por lo que respecta al sector en que ha sido recogido el plancton estudiado, HERRERA (1957-1964), MARGALEF (1957-1964) y ARIAS (1959) han determinado la salinidad del agua superficial y a distintas profundidades, desde 1957 a 1961. Tomando la media mensual, en superficie y a cinco metros de profundidad (cuadros 13 y 14), las variaciones son tan irregulares que no nos permiten deducir conclusiones a este respecto, aun cuando en superficie parecen darse las máximas salinidades a finales de verano, y a cinco metros de profundidad en invierno, si bien algunos años no ocurre así. En superficie osciló entre 36,08 y 37,87 ‰ y a cinco metros de profundidad entre 36,41 y 38,07 ‰.

Ya hemos visto, al tratar de la temperatura, la dependencia que puede existir con la salinidad, condicionando ésta la influencia de aquélla.

RILEY (1941), al estudiar el plancton de Long Island Sound, señala la importancia que puede tener la salinidad, en relación con la temperatura, indicando que en otoño de 1938 la temperatura de superficie era más baja que la de las capas de mayor profundidad, lo que hacía suponer una estratificación salina suficiente para retardar el proceso de mezcla de las aguas.

Por su parte, GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944) opinan que es probable que las ligeras variaciones en salinidad, encontradas en las aguas oceánicas, no tengan influencia en la distribución de las especies de *Ceratium* y así PETERS (1934) pudo demostrar no tenía efecto en el sur del Atlántico y STEEMANN NIELSEN (1934) en el sur del Pacífico, no habiendo encontrado los autores ninguna correlación, a este respecto, al estudiar ampliamente las especies del género *Ceratium*, en el Atlántico y Pacífico Norte, durante el crucero Carnegie en 1928-1929.

BRAARUD, RINGDAL y GRONTVED (1953), al estudiar el fitoplancton del mar del Norte, en 1948, indican que los efectos de salinidad fueron estudiados por NORDLI (1957) en *Ceratium furca*, *C. tripos* y *C. lineatum*, siendo la salinidad óptima para *C. furca* y *C. fusus* de 20 a 25 ‰ y la temperatura de 15°C.

JAGER (1957) señala que, en la bahía de Santa Elena, la mayor abundancia de fitoplancton parece darse a salinidades bajas, aunque es bastante constante a lo largo de todo el año.

SOLUM (1962) estudia esta cuestión y recuerda que, según JÖRGENSEN (1920) y STEEMANN NIELSEN (1934), una gran diferencia de salinidad

CUADRO 13
Salinidad media, en tantos por mil, del agua superficial (0 metros)
de la zona de pesca de Castellón.

	1959	1960	1961	1959-61
Enero .....	.	37,39	37,51	37,45
Febrero .....	.	37,57	36,95	37,26
Marzo .....	.	37,51	37,12	37,32
Abril	37,59	37,05	.	37,32
Mayo	37,66	37,15	37,59	37,47
Junio	37,47	36,08	37,70	37,08
Julio	37,57	37,07	37,68	37,44
Agosto	37,86	37,69	37,82	37,79
Septiembre	37,44	.	37,87	37,66
Octubre	37,45	37,74	.	37,60
Noviembre	37,82	37,53	.	37,68
Diciembre	37,81	37,71	.	37,76

CUADRO 14
Salinidad media, en tantos por mil, del agua de la zona de pesca de Castellón,
a 5 metros de profundidad.

	1957	1958	1959	1960	1961	1957-61
Enero	38,03	37,88	37,95	37,43	37,61	37,78
Febrero	37,97	37,88	37,86	37,56	36,95	37,64
Marzo	37,97	38,07	37,90	37,51	37,17	37,72
Abril	37,86	37,96	37,56	37,03	.	37,60
Mayo	37,57	37,73	37,56	37,14	37,62	37,52
Junio	37,62	37,93	37,43	36,41	37,72	37,42
Julio	37,83	38,04	37,51	.	37,67	37,76
Agosto	37,73	37,69	37,84	.	37,85	37,78
Septiembre	37,56	37,81	37,53	.	37,88	37,70
Octubre	37,32	37,89	37,45	.	.	37,55
Noviembre	37,62	37,74	37,81	.	.	37,72
Diciembre	37,85	37,83	37,80	37,71	.	37,80

puede dar origen a distintas formas en el género *Ceratium*, aunque NIELSEN (1956) llega a la conclusión de que las modificaciones de salinidad tienen escasa influencia en la variación de formas de *Ceratium*. SOLUM, sin embargo, cree que la salinidad puede actuar sobre la longitud y que acaso existe cierta dependencia entre la salinidad y la relación longitud anchura.

Según vemos, la mayoría de los autores se inclinan a considerar que los efectos de la salinidad, aun cuando puedan ejercer determinada influencia en el desarrollo de la célula, no ha podido ser demostrada de una manera concluyente.

Nosotros, dada la irregularidad que presenta la salinidad media de

unos y otros meses, en los distintos años, en la zona estudiada, no hemos podido llegar a ninguna conclusión respecto a la relación que pudiera existir entre la salinidad y la temperatura con las formas estacionales que hemos establecido en las variedades de las especies estudiadas.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

La variedad típica de *Ceratium candelabrum* presenta el máximo de abundancia en fondos de 80 m de profundidad, es decir, a unos 25 km de distancia a la costa, habiendo sido recogida en febrero y marzo; en general, es más frecuente en fondos de 60 a 90 m, o sea, de 16 a 45 kilómetros de distancia a la costa. La variedad *dilatatum* presenta un máximo destacado sobre fondos de 65 m de profundidad, es decir, a unos 18 km de distancia a la costa, en julio y agosto, observándose gran abundancia en fondos de 60 a 90 m, o sea, de 16 a 45 km.

Ceratium pentagonum es más frecuente en fondos de 60 a 90 m de profundidad, o sea, de 16 a 25 km de distancia a la costa y escasa a más de 50 km. La mayor abundancia de esta especie fue hallada de 16 a 18 kilómetros de distancia a la costa. Las pescas más abundantes se realizaron de diciembre a marzo. Puede considerarse, pues, como una especie de aguas litorales.

Los escasos ejemplares encontrados de *Ceratium teres* lo fueron a menos de 18 km de distancia a la costa.

La variedad *eugrammum* de *Ceratium furca* se encontró predominantemente sobre fondos de 40 a 45 m de profundidad, es decir, de 10 a 12 km de distancia a la costa, aproximadamente, aunque es la variedad más regularmente esparcida, de 10 a más de 50 km. La variedad *Beghii* presentó el máximo de abundancia sobre fondos de 70 y 115 m de profundidad, o sea a unos 19 km y a más de 50 km de distancia a la costa, pudiendo considerarse de aguas más alejadas que la variedad *eugrammum*.

RESULTADOS COMPARATIVOS

Si resumimos los resultados obtenidos, al estudiar la variación alométrica en las especies analizadas (cuadro 15), podremos compararlas, en su conjunto, como base de discusión para considerar la regulación de la forma en el género *Ceratium*.

Las especies y variedades estudiadas son más abundantes en invierno-primavera, oscilando entre el 75 % y el 98 %.

En cada especie las variedades observadas diferían en cuanto a su frecuencia estacional, de modo que las de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del diámetro transversal o

C U A D R O 1 5

Amplitud de variación de la longitud, en micras, del surco, *S*, surco-cuerno antiapical derecho, *A*, e izquierdo, *B*, en las formas y variedades del subgénero *Biceratium*.

ESPECIE	VARIEDAD	S RELATIV. MÁS	MÁXIMO	FORMA	S A B	MÁXIMO	S	A	B
<i>Ceratium</i> <i>candelabrum</i>	<i>candelabrum</i>	largo	Invierno	<i>subcandelabrum</i>	Cortos	Verano	62-86	26-78	48-112
	<i>dilatatum</i>	corto	Verano	<i>candelabrum</i>	Largos	Invierno	87-107	42-82	74-122
<i>pentagonum</i>			Invierno	<i>subpentagonum</i>	Cortos	Verano	48-66	31-58	40-71
			Invierno	<i>pentagonum</i>	Largos	Invierno	67-86	39-67	50-88
<i>teres</i>			Invierno				39-48	29-45	46-67
<i>furca</i>	<i>eugrammum</i>	largo	Invierno				31-60	33-65	61-154
	<i>Berghii</i>	corto	Verano	<i>subBerghii</i> <i>Berghii</i>	Cortos Largos	Verano Invierno	26-33 34-54	30-50 42-78	68-106 78-142

surco, o sea en las que el surco es relativamente más largo, se encuentran en mayor abundancia en invierno-primavera, al igual que las especies en las que no hemos diferenciado ninguna variedad, como son *C. pentagonum* y *C. teres*. Las variedades de cuernos relativamente más largos se han encontrado en mayor abundancia en verano.

En cada variedad existe una forma, predominante en invierno-primavera, de surco y cuernos más largos, o sea que la célula es más grande, que otra, de verano-otoño, con surco y cuernos más cortos, o sea que la célula es más pequeña.

Podemos pensar, pues, que existen genotipos que dan origen a células de distinto tipo de variación alométrica, unas, preferentemente estivales, de surco relativamente más corto, las cuales constituyen una variedad diferente de las que presentan el surco relativamente más largo y son predominantemente invernales, aunque unas y otras pueden presentarse en todas las estaciones.

En cada genotipo la elevación de la temperatura del agua, quizá junto con otras condiciones ambientales, da lugar a un fenotipo de células menores en verano-otoño y la disminución de temperatura a otro, de células mayores, en invierno-primavera.

Ya veíamos, al comparar la variación del tamaño de las células con la temperatura del agua, que con la elevación de la temperatura las células son menores, o sea, que el tamaño de las células disminuye con el aumento de la temperatura, independientemente de la influencia que la temperatura pueda ejercer favoreciendo el desarrollo de las variedades estivales, que tienen el surco relativamente más corto. Por el contrario, con la disminución de la temperatura del agua las células son mayores, independientemente, también, de la influencia que la temperatura pueda ejercer favoreciendo el desarrollo de las variedades invernales, que tienen el surco relativamente más largo.

Esta interdependencia entre el tamaño de las células y el medio, principalmente la temperatura y también, quizás, otras condiciones ambientales, dando origen a diferentes genotipos y determinados fenotipos, aptos para desarrollarse más favorablemente en circunstancias apropiadas a su forma, explicaría algunos de los hechos que se nos presentan frecuentemente en la interpretación de ciertas características del plancton, como son, por ejemplo, la existencia de las formas mayores de *Ceratium tripos* en el Atlántico (que corresponderían a la variedad *atlanticum*) y su ausencia en el Mediterráneo, ocurriendo lo contrario con las células menores de esta misma especie, que corresponden a la forma *pulchellum*, así como también el que determinadas especies, en distintos mares, sean propias de la estación más fría, pudiendo considerárselas invernales, mientras que otras se presentan, con preferencia, en las épocas cálidas, estivales, y unas terceras sean diácnicas, como ocurría con *Ceratium furca*.

Comparando las constantes de variación, de ambos cuernos antiapicales, en relación al diámetro transversal o surco, S , de las especies del subgénero *Biceratium*, que hemos estudiado, incluyendo también *Ceratium tripos* (cuadro 16), podemos observar que el ángulo relativo de variación, correspondiente al cuerno antiapical derecho, A , el más corto (figura 85), es bastante semejante en todas las variedades, siendo más acusado el perteneciente a *C. pentagonum* y no tanto en la relación entre el surco y el cuerno izquierdo, B , el más largo (fig. 86). El ángulo relativo de variación de ambos cuernos antiapicales, entre sí, es muy semejante en todas las variedades establecidas (fig. 87).

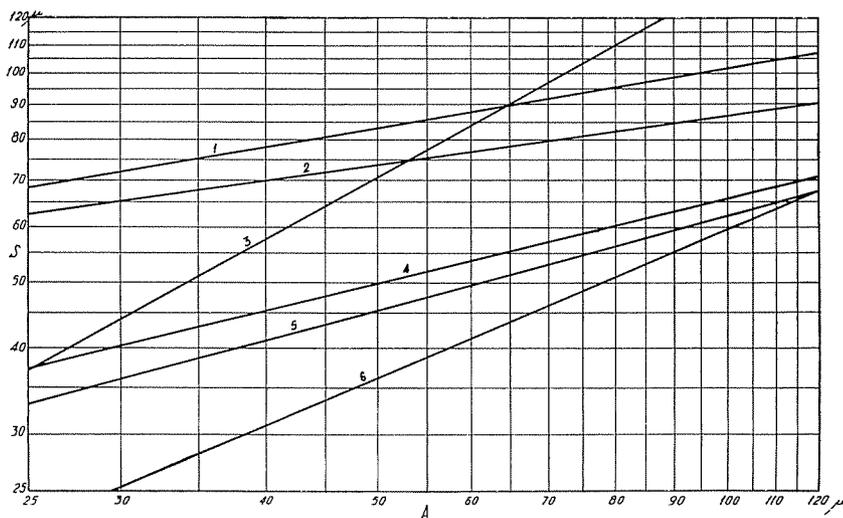


FIG. 85. — Relación entre la longitud del surco, S , y la del surco-cuerno antiapical derecho, A , en *Ceratium candelabrum candelabrum* (1), *C. candelabrum dilatatum* (2), *C. pentagonum* (3), *C. teres* (4), *C. furca eugrammum* (5) y *C. furca Berghii* (6).

Es de señalar que todas las variedades estudiadas corresponden al mismo tipo de variación, existiendo cierta regularidad alométrica, aun cuando el polimorfismo, en este caso de tipo genético, no sigue, en su conjunto, como una rampa, sino que es, más bien, escalonado, siendo muy posible que corresponda a una serie polimorfa, al igual que en otras especies del mismo género, pudiendo existir determinada relación entre ciertos grupos, como, por ejemplo, entre las células mayores de *Ceratium tripos*, correspondientes a la variedad *atlanticum*, y *Ceratium Karstenii*.

C U A D R O I 6

Constantes de variación. S, surco; A, cuerno antiapical derecho; B, izquierdo

ESPECIE	S A		S B		A B	
	S	A	S	B	A	B
<i>Ceratium candelabrum candelabrum</i> ...	S = 27,59062 · A ^{0,28183}		S = 11,98911 · B ^{0,43742}		A = 0,98040 · B ^{0,89746}	
<i>Ceratium candelabrum dilatatum</i>	S = 34,30231 · A ^{0,19343}		S = 39,18000 · B ^{0,15419}		A = 0,44999 · B ^{1,11143}	
<i>Ceratium pentagonum</i>	S = 1,88725 · A ^{0,33479}		S = 5,91971 · B ^{0,59687}		A = 0,55123 · B ^{1,07646}	
<i>Ceratium teres</i>	S = 10,79375 · A ^{0,38794}		S = 5,80886 · B ^{0,50866}		A = 0,65353 · B ^{1,01423}	
<i>Ceratium furca eugrammum</i>	S = 7,87367 · A ^{0,44976}		S = 5,93375 · B ^{0,44256}		A = 0,53316 · B ^{0,98399}	
<i>Ceratium furca Bergkii</i>	S = 2,20110 · A ^{0,71892}		S = 0,87608 · B ^{0,81297}		A = 0,27664 · B ^{1,13398}	
<i>Ceratium tripos</i>	S = 15,19064 · A ^{0,21519}		S = 2,76854 · B ^{0,35013}			

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Según hemos visto, la temperatura parece ser el factor determinante en la regulación de la forma del género *Ceratium*, al menos por lo que respecta al subgénero *Biceratium* y a la especie *Ceratium tripos* del subgénero *Euceratium*.

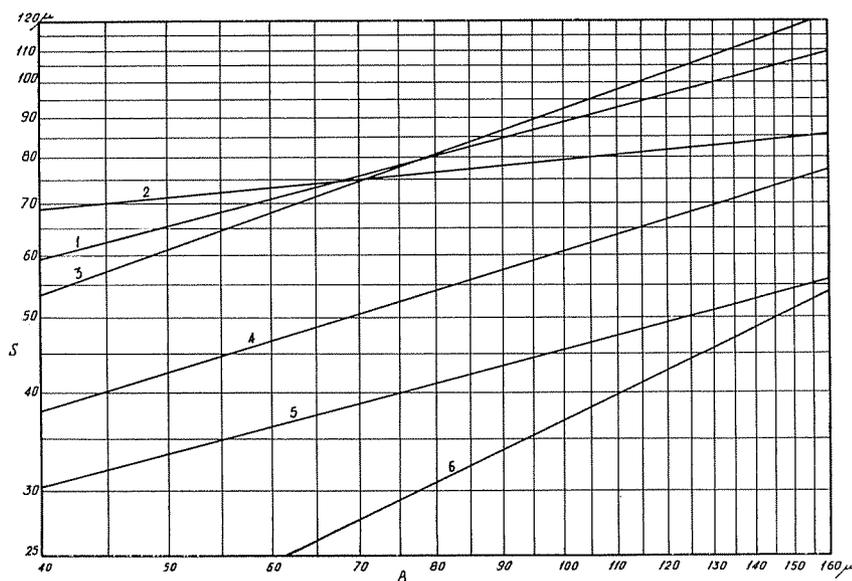


FIG. 86. — Relación entre la longitud del surco, *S*, y la del surco-cuerno antiapical izquierdo, *B*, en *Ceratium candelabrum candelabrum* (1), *C. candelabrum dilatatum* (2), *C. pentagonum* (3), *C. teres* (4), *C. furca eugrammum* (5) y *C. furca Breghii* (6).

En las distintas variedades que hemos diferenciado, el surco es, en invierno, relativamente más largo con relación a la longitud de los cuernos y en verano relativamente más corto.

Por otra parte, la influencia de la elevación de la temperatura del agua se traduce en una reducción del tamaño de las células y, por el contrario, la disminución de temperatura da origen a la presencia de células mayores, independientemente de la especie o variedad a que corresponda.

La variedad de forma corta y ancha de invierno y la más larga y

estrecha de verano, de cada especie, corresponderían a distinto genotipo, los cuales se desarrollarán más favorablemente en una u otra época del año, según sean las condiciones ambientales. Pero vemos que, en cada variedad la elevación de la temperatura del agua da origen a células de menor tamaño y su disminución a células mayores, de modo que en cada genotipo se presenta una forma de verano, de surco y cuernos cortos y otra, en invierno, de surco y cuernos más largos, que corresponden a distintos fenotipos, en los cuales la temperatura ejercerá su influencia dando lugar a ellos.

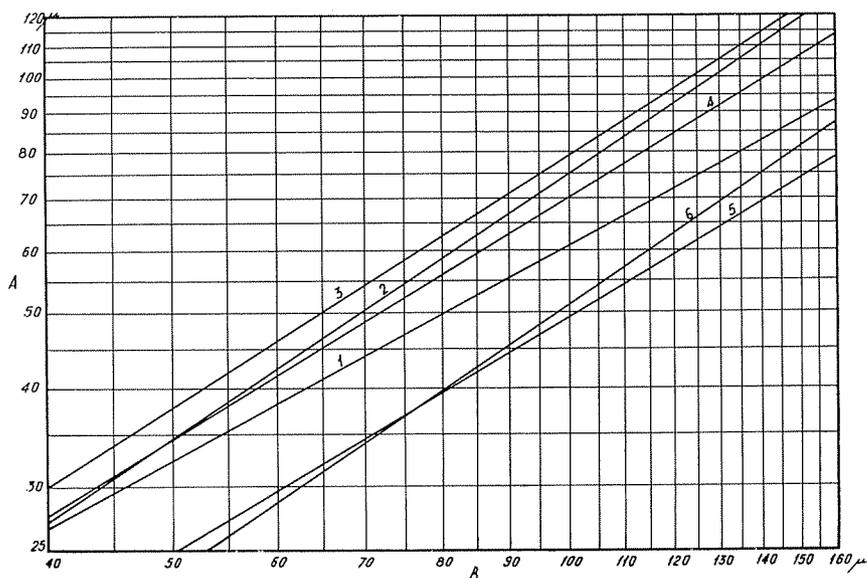


FIG. 87. — Relación entre la longitud del surco-cuerno antiapical derecho, A, y la del izquierdo, B, en *Ceratium candelabrum candelabrum* (1), *C. candelabrum dilatatum* (2), *C. pentagonum* (3), *C. teres* (4), *C. furca eugrammum* (5) y *C. furca Berghii* (6).

Quizás otro de los factores que probablemente han de influir, sea la salinidad, pero nosotros no hemos podido establecer ninguna relación con la presencia de las variedades y formas estudiadas.

Es importante hacer destacar que la influencia de la temperatura se produce con cierto retraso, manifestándose después del mes en que tiene lugar el descenso o elevación de la misma, al llegar el invierno y el verano, respectivamente.

El por qué las condiciones ambientales dan origen a estas formas distintas estaría íntimamente relacionado con circunstancias favorables o adversas del medio, resultando más aptas para desarrollarse en dife-

rentes ambientes (genotipos) o bien será el resultado de una acomodación rápida de las células a nuevas condiciones (fenotipos).

Nuestros resultados concuerdan con la idea de un sentido de adaptación de la célula a la diferencia de viscosidad del agua ; así, al disminuir la viscosidad, por aumento de la temperatura, nos encontraremos con individuos que, por haberse reducido su tamaño, se adaptarán mejor a las nuevas condiciones ambientales, independientemente de la variedad a que pertenezcan, en las cuales estas nuevas condiciones influirán favoreciendo el desarrollo de la variedad de forma estrecha y alargada, de verano. Por el contrario, al disminuir la temperatura del agua y aumentar su viscosidad, las células darán origen, en sucesivas generaciones, a individuos mayores, mejor adaptados a esta elevación de la viscosidad del agua y, por otra parte, también se desarrollarán mejor los ejemplares pertenecientes a la variedad de forma corta y ancha de invierno.

O sea que, la temperatura ejercerá su influencia, de una manera directa, sobre las células, como principal factor determinante de las modificaciones de su tamaño, dando como resultado una acomodación rápida de formas mejor adaptadas a las nuevas condiciones ambientales debidas principalmente a las variaciones de temperatura, en cada variedad o en cada especie, sobre las cuales también influirá directamente en su desarrollo.

Tales consideraciones tienen, además de su indudable importancia ecológica, interés en taxonomía por permitirnos establecer las variedades y formas que se presentan en cada especie, contribuyendo, así, a la ordenación de su nomenclatura.

TAXONOMÍA

Ceratium candelabrum (Ehrenberg) Stein, 1883

Peridinium candelabrum Ehrenberg, 1859

Al estudiar la variación alométrica de esta especie hemos diferenciado dos variedades, una de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del diámetro transversal o surco, o sea de surco relativamente de mayor longitud, la más común, alrededor del 77 %, que se presenta durante todo el año, aunque es más abundante en invierno-primavera, aproximadamente el 62 % de la variedad, con un máximo en invierno, en enero y febrero, aunque también es relativamente abundante en verano-otoño, 38 % ; y también otra variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos, en relación al diámetro transversal o surco, o sea de surco relativamente más corto, menos abundante que la anterior, alrededor del 23 %, la cual puede considerarse

prácticamente ausente en otoño e invierno, puesto que no fue hallada de noviembre a enero, en octubre encontramos un ejemplar y en febrero dos, y escasa en primavera, el 22 % de la variedad, siendo más abundante en verano, con un máximo en agosto.

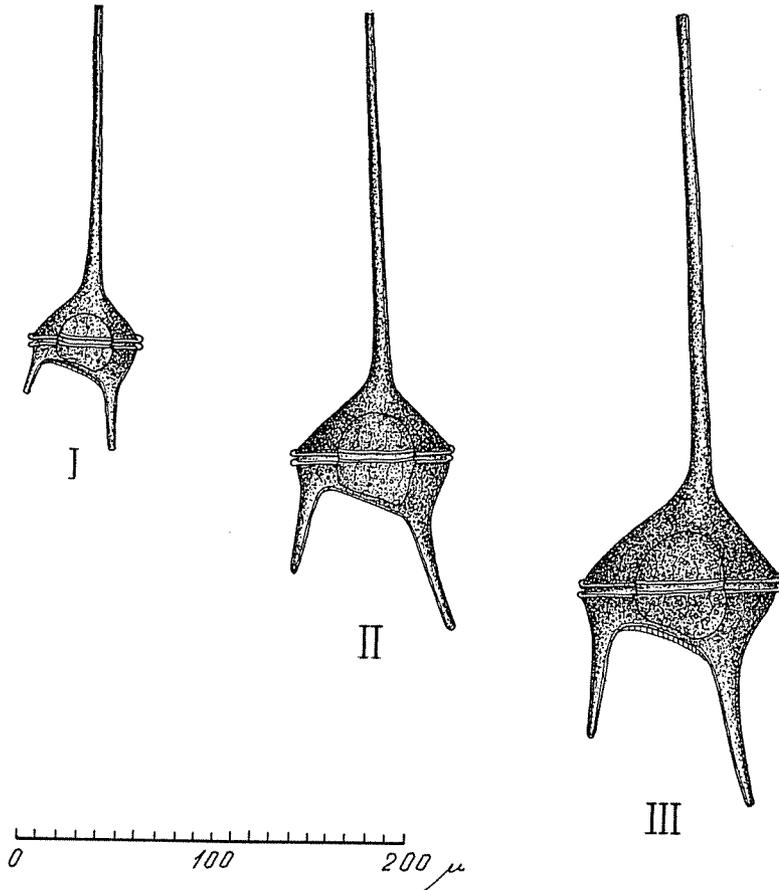


FIG. 88. — I-II, *Ceratium candelabrum subcandelabrum*.
II-III, *Ceratium candelabrum candelabrum* (Ehrenberg).

En la variedad de cuernos antiapicales relativamente más cortos, o típica, que denominamos *candelabrum*, hemos podido diferenciar dos formas, una de verano-otoño, de surco y cuernos antiapicales más cortos, que, por ser su célula menor, podríamos denominar: *Ceratium candelabrum* var. *candelabrum* f. *subcandelabrum*, es decir, que sería:

Ceratium candelabrum subcandelabrum

(Fig. 88, I-II)

Longitud del surco : 62-86 μ .
 Surco-cuerno antiapical derecho : 26-78 μ .
 Surco-cuerno antiapical izquierdo : 48-112 μ .

(Cuadro 1)

La otra forma, de invierno-primavera, de surco y cuernos antiapicales más largos, la más común, que consideramos como típica sería : *Ceratium candelabrum* var. *candelabrum* f. *candelabrum*, es decir :

Ceratium candelabrum candelabrum (Ehrenberg)

(Fig. 88, II-III)

Longitud del surco : 87-107 μ .
 Surco-cuerno antiapical derecho : 42-82 μ .
 Surco-cuerno antiapical izquierdo : 74-122 μ .

(Cuadro 2)

La variedad de cuernos antiapicales relativamente más largos, de verano, la identificación como *dilatatum* (= *depressum*), por lo que tendríamos : *Ceratium candelabrum* var. *dilatatum*, o sea :

Ceratium candelabrum dilatatum (Gourret) Jörgensen, 1911

(Fig. 89)

Longitud del surco : 64-100 μ .
 Surco-cuerno antiapical derecho : 43-119 μ .
 Surco-cuerno antiapical izquierdo : 60-135 μ .

(Cuadros 3 y 4)

Ceratium pentagonum Gourret, 1883

En esta especie no hemos diferenciado variedades, pero en verano-otoño se presenta una forma de surco y cuernos antiapicales cortos y otra en invierno-primavera, más abundante, el 75 %, de surco y cuernos antiapicales más largos, creyendo deben separarse como tales, por lo que tendríamos :

Forma menor, de verano.

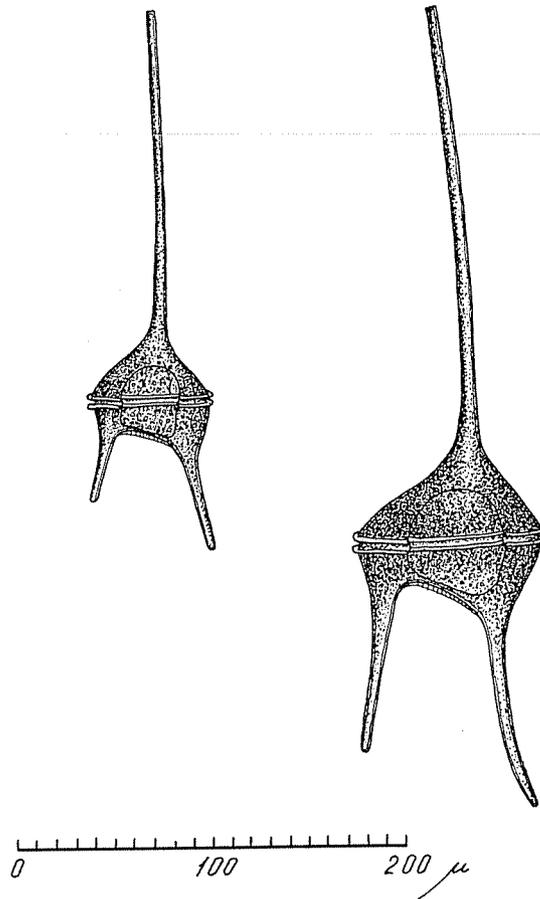


FIG. 89. — *Ceratium candelabrum dilatatum* (Gourret) Jörgensen, 1911.

Ceratium pentagonum subpentagonum

(Fig. 90, I-II)

Longitud del surco : 48-66 μ .

Surco-cuerno antiapical derecho : 31-58 μ .

Surco cuerno antiapical izquierdo : 40-71 μ .

(Cuadro 5)

Y forma mayor, típica, de invierno :

Ceratium pentagonum pentagonum (Gourret)

(Fig. 90, II-III)

Longitud del surco : 67-86 μ .

Surco-cuerno antiapical derecho : 39-67 μ .

Surco-cuerno antiapical izquierdo : 50-88 μ .

(Cuadro 6)

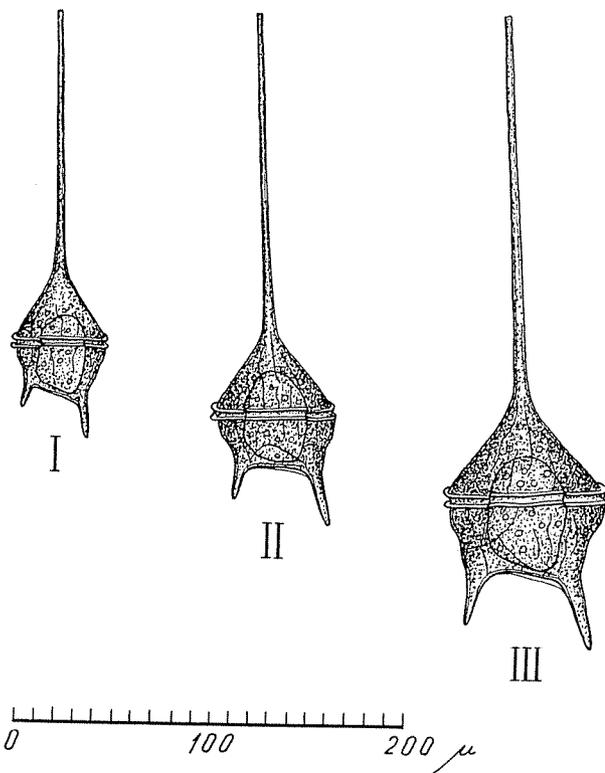


FIG. 90. — I-II, *Ceratium pentagonum subpentagonum*.
II-III, *Ceratium pentagonum pentagonum* (Gourret).

Ceratium teres Kofoid, 1907

(Fig. 91)

(Cuadro 7)

Según los ejemplares encontrados por nosotros la longitud del surco varía entre 39 y 48 μ ; surco-cuerno antiapical derecho 29-45 μ , e izquier-

do 46-67 μ , pero dado el escaso número de individuos hallados, no pueden servirnos para generalizar, sino sólo como complemento a las mediciones de otros autores, por lo que debemos considerar que puede medir de 31 a 56 μ de longitud del diámetro transversal o surco.

Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède y Lachmann, 1859.
Peridinium furca Ehrenberg, 1833.

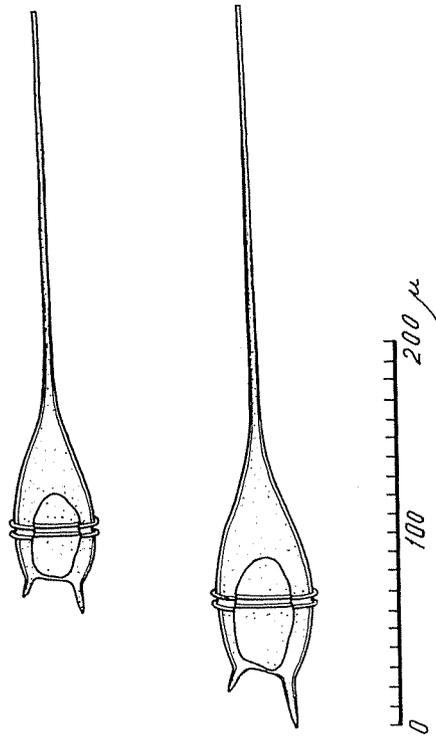


FIG. 91. — *Ceratium teres* Kofoid, 1907.

En esta especie quedan perfectamente diferenciadas dos variedades, en cada una de las cuales se presenta una forma de verano y otra de invierno. La variedad *eugrammum*, de cuernos antiapicales relativamente más cortos, en relación a la longitud del surco, es la más abundante, 81 %, y aunque las células de surco más corto (31-43 μ) integrarían la forma de verano su número es muy reducido, 1 %, y dada, además, la gran dificultad que existe para separarla de la forma de invierno-primavera, podemos considerar a todos los individuos como pertenecientes a la misma forma, que sería la más común o típica, la cual

creemos debe conservar el nombre con que tradicionalmente ha venido conociéndose ya que corresponde perfectamente a su descripción, sería, por tanto :

Ceratium furca eugrammum Jörgensen, 1911

(Fig. 92)

Longitud del surco : 33-60 μ .

Surco-cuerno antiapical derecho : 33-65 μ .

Surco-cuerno antiapical izquierdo : 61-154 μ .

(Cuadro 8)

En la variedad *Berghii*, de cuernos antiapicales relativamente más largos, en relación a la longitud del surco, se presenta una forma, de invierno-primavera, de surco y cuernos más largos y otra, de verano-otoño, de surco y cuernos más cortos.

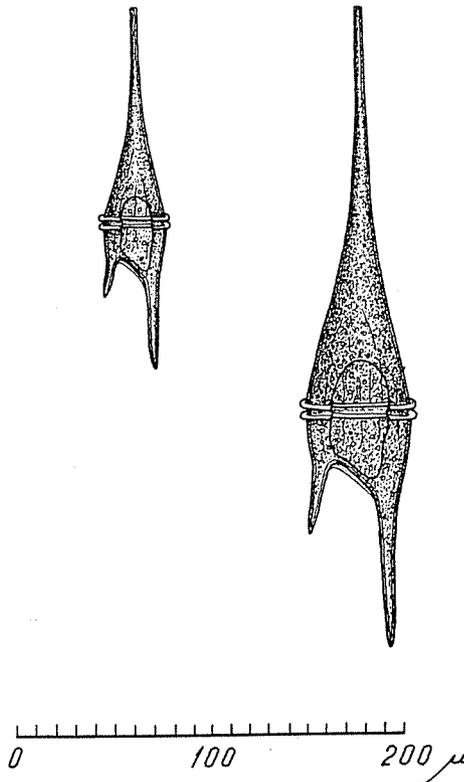


FIG. 92. — *Ceratium furca eugrammum* (Ehrenberg) Jörgensen, 1911.

La identificación de la forma de verano resulta relativamente fácil, ya que comprende todas las células de esta especie con menos de 33μ de longitud del surco y que, por ser de menor tamaño denominaríamos: *Ceratium furca* var. *Berghii* f. *subBerghii*, o sea :

Ceratium furca subBerghii

(Fig. 93, I-II)

Longitud del surco : $26-33 \mu$.

Surco-cuerno antiapical derecho : $30-51 \mu$.

Surco-cuerno antiapical izquierdo : $68-106 \mu$.

(Cuadro 9)

La forma de invierno sería : *Ceratium furca* var. *Berghii* f. *Berghii*, o sea :

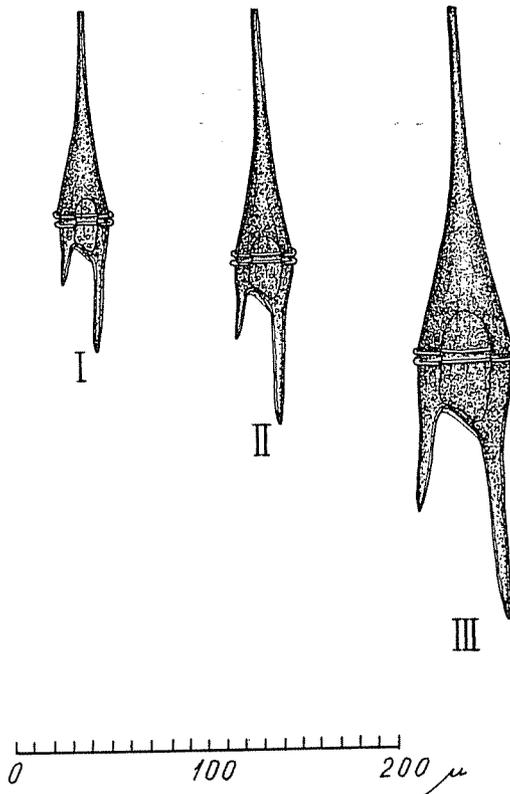


FIG. 93. — I-II. *Ceratium furca subBerghii*. II-III, *Ceratium furca Berghii* Lemmermann, 1900.

Ceratium furca Berghii Lemmermann, 1900

(Fig. 93, II-III)

Longitud del surco : 34-54 μ .Surco-cuerno antiapical derecho : 42-78 μ .Surco-cuerno antiapical izquierdo : 78-142 μ .

(Cuadro 10)

REFERENCIAS

Entre las especies encontradas dos no han sido citadas en aguas españolas : *Ceratium Petersii* (fig. 25) y *Ceratium Schmidtii* (fig. 22), así como la variedad *ponticum* (fig. 36) de *Ceratium tripos*.

Ceratium Petersii Steemann Nielsen, 1934

(Fig. 25)

C. bucephalum (Cleve) Peters, 1932

SCHILLER (1937) la considera especie del Pacífico, con longitud del surco entre 50 y 57 μ .

GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944) creen que es dudoso pueda separarse de *C. azoricum*, sin embargo, la catalogan como especie distinta, peculiar del Pacífico, aunque podría ser cosmopolita, resultando difícil establecer su distribución geográfica debido a ser poco frecuente.

WOOD (1954) señala que aunque se parece a *C. azoricum* difiere en los cuernos antiapicales más extendidos y apical ligeramente curvado.

Según BALECH (1962) esta discutida especie sería una forma intermedia entre *C. bucephalum* y *C. azoricum*, presentando una membrana a lo largo de la mitad basal del apical y siendo fácilmente separable de esta última especie que es mucho más pequeña, de contorno posterior más redondeado y cuernos antiapicales casi cerrados, siendo la longitud del surco menor de 45 μ , mientras que en *C. Petersii* oscila, en el Pacífico, entre 47,5 y 68 μ , casi siempre entre 51 y 56 μ y en la Región de Tierra de Fuego varía entre 56 y 63 μ de longitud.

No citada, que sepamos, en el Mediterráneo.

Nosotros hemos encontrado un solo ejemplar, en el mes de abril, a 8 m de profundidad, sobre fondos de 100 m, o sea a 50 km de distancia a la costa. El diámetro transversal o surco medía 51 μ de longitud; cuerno antiapical derecho 53 μ , e izquierdo 67 μ de longitud (fig. 25).

Ceratium Schmidtii Jörgensen, 1911

(Fig. 22)

C. curvicorne Schmidt, 1901

JÖRGENSEN (1920) no la cita en su crucero por el Mediterráneo.

SCHILLER (1937) la describe como una especie rara de aguas cálidas, con longitud del surco entre 75 y 79 μ .

GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944) anotan un ejemplar de *C. breve* como muy semejante a *C. Schmidtii*, en Panamá, aunque el dibujo correspondiente difiere bastante de *C. Schmidtii*.

Según WOOD (1954) es una especie semejante a *C. gibberum*, de la que difiere por el contorno regular del cuerpo.

BALECH (1962) hace resaltar que esta especie es bastante discutida y mientras JÖRGENSEN, SCHILLER y STEEMANN NIELSEN la aceptan PETERS la incluye entre las formas de *C. tripos*, criterio, al parecer, compartido por CAARDER, y GRAHAM y BRONIKOVSKY la consideran una sinónima de *C. breve*. Según BALECH la separación de tales formas no es fácil ya que, afirma, el grupo *tripos* es el más difícil y, sobre todo, en aguas neríticas, ostenta tales variaciones que desconcierta; cree, sin embargo, que puede separarse de *C. breve*.

HALIM (1963) encuentra *C. Schmidtii* en el golfo de Suez, en junio de 1957, indicando que es una especie meridional, desconocida hasta entonces en el Mediterráneo, que puede servir de indicador de corrientes de origen eritreo en el canal de Suez.

Nosotros hemos encontrado en 1954 dos ejemplares en enero y tres en abril, de 0 a 10 m de profundidad y de 12 a 50 km de distancia a la costa.

El surco medía 66-74 μ de longitud, cuerno antiapical derecho 51-61 μ izquierdo 55-81 μ de longitud.

Ceratium tripos var. *ponticum* Jörgensen, 1911

(Fig. 36)

El ejemplar encontrado por nosotros es muy semejante al dibujado por JÖRGENSEN (1920) que considera forma *divaricatum* de Lemmerman y lo halló en estaciones de alta salinidad, principalmente en el mar de Mármara y en los Dardanelos y fuera de estas regiones lo considera extremadamente raro.

SCHILLER (1937) lo incluye como forma del mar Negro, con surco de 70 μ de longitud.

Hemos encontrado un ejemplar (fig. 36) a finales de febrero, al norte de la zona estudiada, a 12 m de profundidad, sobre fondos de 78 m, es decir, a unos 20 km de distancia a la costa, el cual medía 53 μ de longitud del surco; cuerno antiapical derecho 15 μ , e izquierdo 31 μ de longitud.

CLAVE DICOTÓMICA

Familia : CERÁTIDOS

Género : *Ceratium*

1. Epivalva con cuerno apical, 2.
— Epivalva sin cuerno apical. Subgénero : *Archaeoceratium*.
2. Célula no fusiforme. Dos cuernos antiapicales de igual o diferente desarrollo, 3.
— Célula larga y estrecha, de aspecto fusiforme. Sólo el antiapical izquierdo muy desarrollado, el derecho muy corto, rudimentario o puede faltar. Subgénero : *Amphiceratium*, 7.
3. Los dos antiapicales rectos y dirigidos hacia atrás, paralelos o poco divergentes ; el derecho menor que el izquierdo. Subgénero : *Biceratium*, 4.
— Los dos antiapicales generalmente curvados y dirigidos hacia delante, el derecho menor que el izquierdo o bien iguales o casi iguales. Subgénero : *Euceratium*, 13.

Subgénero : *Biceratium*

4. Cuerpo no más ancho que alto, 5.
— Cuerpo más ancho que alto, *C. candelabrum* (figs. 3 y 4).
5. Epiteca disminuye gradualmente, prolongándose con el apical, 6.
— Epiteca diferenciada del apical. Cuerpo pentagonal, *C. pentagonum* (fig. 5).
6. Bordes de la epiteca rectos o cóncavos. Antiapicales bien desarrollados, *C. furca* (figs. 6 y 7).
— Lados de la epiteca convexos. Antiapicales reducidos. Sin líneas, *C. teres* (fig. 8).

Subgénero : *Amphiceratium*

7. Apical recto o curvado hacia la izquierda, 8.
— Apical sinuoso, continuado con epiteca y no diferenciado. Antiapical curvado, *C. falcatifforme* (fig. 9).
8. Epiteca no dilatada, 9.
— Epiteca dilatada, *C. inflatum* (fig. 10).
9. Antiapical derecho ausente o rudimentario, 10.
— Con antiapical derecho, 11.
10. Forma pequeña, menor de 500 μ de largo, *C. fusus* (fig. 11).
— Forma grande, mayor de 700 μ de largo, *C. extensum* (fig. 12).
11. Formas pequeñas, de menos de 500 μ de largo, 12.
— Forma grande, mayor de 700 μ de largo, *C. strictum* (fig. 13).

12. Antiapical izquierdo marcadamente curvado, *C. falcatum* (fig. 14).
— Antiapical izquierdo recto o sólo ligeramente curvado, *C. longirostrum* (fig. 15).

Subgénero : *Euceratium*

13. Base recta o ligeramente cóncava o convexa, 14.
— Base convexa, 15.
14. Base recta o ligeramente convexa. Antiapicales dirigidos hacia atrás, 28.
— Base recta o ligeramente cóncava. Antiapicales dirigidos hacia atrás y hacia fuera, *C. macroceros* (fig. 16).
15. Antiapicales no aplanados, 16.
— Antiapicales distendidos lateralmente y aplanados, *C. platycorne* (figuras 17 y 18).
16. Antiapicales no digitados, 17.
— Antiapicales terminados en varios dedos, *C. ranipes* (figs. 19 y 20).
17. Epiteca no gibosa, 18.
— Epiteca con protuberancias, *C. limulus* (fig. 21).
18. Antiapical derecho no sigue el contorno del cuerpo, 19.
— Antiapical derecho sigue el contorno del cuerpo, *C. Schmidtii* (figura 22).
19. Apical con quillas longitudinales en la base, 20.
— Apical sin apéndices o con éstos muy pequeños, 23.
20. Apéndices del apical no aserrados, 21.
— Apical recto, con quillas espinosas. Epiteca angular o de lados rectos, *C. gibberum* (figs. 23 y 24).
21. Antiapicales paralelos o convergentes con el apical, 22.
— Antiapicales divergentes, *C. Petersii* (fig. 25).
22. Epiteca disminuye gradualmente hacia el apical recto, *C. azoricum* (figura 26).
— Epiteca redondeada. Apical curvado. Antiapical derecho puede estar suavemente curvado, terminando en ángulo recto con el apical, *C. arietinum* (fig. 27).
23. Antiapical derecho no sigmoideo, 24.
— Antiapical derecho curvado y paralelo a la epiteca, redondeada. Apical curvado, *C. concilians* (fig. 28).
24. Antiapicales suavemente curvados. Epiteca grande, 25.
— Antiapicales curvados, después rectos, 27.
25. Antiapical derecho más largo que el izquierdo. Apical largo, 26.
— Antiapicales aproximadamente de igual longitud y convergentes. Epiteca disminuye gradualmente hasta el apical, *C. symmetricum* (figs. 29 y 30).

26. Base de la hipoteca formando un ángulo menor de 45° con la perpendicular a la prolongación del apical, *C. euarcuratum* (fig. 31).
— Base formando un ángulo mayor de 45° , *C. declinatum* (fig. 32).
27. Antiapicales terminando paralelamente con el apical o divergiendo, *C. tripos* (figs. 33, 34, 35 y 36).
— Antiapical derecho curvado hasta el final, *C. Karstenii* (fig. 37).
28. Cuerpo no reticulado, ni torcido. Apical no muy curvado, 29.
— Cuerpo con retículo hexagonal y torcido, *C. hexacanthum* (figura 38).
29. Antiapicales no forman una U amplia, 32.
— Antiapicales formando una U amplia, 30.
30. Formas medianas (de 42 a 57 μ de longitud del surco) o grandes (de 60 a 85 μ de longitud del surco), con cuernos dentados, no delgados, 31.
— Formas pequeñas, de menos de 35 μ de longitud del surco, con cuernos delgados, o medianas (de 36 a 51 μ de longitud del surco) con cuernos dentados, cortos o largos, relativamente no gruesos, *C. buceros* (figs. 39, 40 y 41).
31. Formas grandes (de 60 a 85 μ de longitud del surco), con cuernos muy largos, dentados en la base, 33.
— Formas medianas (de 42 a 57 μ de longitud del surco), con cuernos relativamente gruesos, *C. horridum* (figs. 42 y 43).
32. Surco menor de 50 μ de longitud (de 37 a 48 μ). El borde posterior de la hipoteca forma un ángulo con el apical izquierdo, *C. trichoceros* (figs. 44 y 45).
— Surco mayor de 50 μ de longitud (de 51 a 58 μ). El borde posterior de la hipoteca se continúa sin inflexión con el antiapical izquierdo, *C. contrarium* (fig. 46).
33. Antiapical derecho parte lateralmente, curvándose hacia delante o hacia fuera, pudiendo estar después curvado hacia atrás. De 60 a 77 μ de longitud del surco, *C. carriense* (figs. 47, 48 y 49).
— Antiapical derecho parte hacia atrás, después rápidamente curvado hacia delante y hacia fuera. Longitud del surco de 68 a 85 μ , *C. massiliense* (figs. 50 y 51).

RESUMEN

Se estudian las especies del género *Ceratium*, de un ciclo anual completo, en 37 muestras de fitoplancton nerítico, recogido, en el Mediterráneo occidental, frente a las costas de Castellón y Valencia, siguiendo para su clasificación la clave dicotómica que hemos establecido.

El total de especies observadas fue de 33, con 13 variedades, que fueron dibujadas con cámara clara.

Se procede al análisis biométrico del subgénero *Biceratium* en 3963 ejemplares, midiendo en cada uno la longitud en micras del diámetro transversal o surco, *S*, y la del surco-cuernos antiapicales, derecho, *A*, e izquierdo, *B*, cuya relación determinó la existencia de diferentes variedades.

Las especies estudiadas son más abundantes en invierno y primavera, del 75 al 98 %.

Las variedades típicas presentan el surco relativamente más largo, en relación a la longitud de los cuernos antiapicales, encontrándose con mayor frecuencia en invierno-primavera; siendo más abundantes en verano las variedades de surco relativamente más corto.

La distribución de frecuencias de la longitud del surco presenta una curva bimodal, revelando la existencia de dos poblaciones independientes en cada una de las especies.

La distribución mensual y estacional de frecuencias nos indicó la presencia, en cada variedad, de dos formas distintas, una de surco y cuernos largos, o sea de célula mayor, en invierno y primavera; y otra de célula menor, con surco y cuernos más cortos, en verano-otoño.

Se comprobó que el tamaño de las células disminuye con el aumento de la temperatura del agua.

No se pudo establecer ninguna relación con respecto a la influencia de la salinidad.

Su distribución horizontal señala que son más abundantes sobre fondos de 60 a 90 m de profundidad, es decir, de 15 a 45 km de distancia a la costa.

Se llega a la conclusión de que las variedades corresponderían a diferentes genotipos, que se desarrollarán mejor en determinadas épocas del año relacionadas con la temperatura. En cada genotipo la elevación de la temperatura del agua da origen a un fenotipo de células menores, o forma de verano-otoño y su disminución a otro fenotipo de células mayores, o forma de invierno-primavera.

Los resultados obtenidos concuerdan con la idea de un sentido de adaptación de la célula a la diferencia de viscosidad del agua.

Hemos establecido las variedades y formas siguientes:

Ceratium candelabrum subcandelabrum, forma de verano-otoño.

C. candelabrum candelabrum, forma de invierno-primavera.

C. candelabrum dilatatum, variedad de verano.

C. pentagonum subpentagonum, forma de verano-otoño.

C. pentagonum pentagonum, forma de invierno-primavera.

C. teres, especie de invierno.

C. furca eugrammum, variedad de invierno-primavera.

C. furca subBerghii, forma de verano-otoño.

C. furca Berghii, forma de invierno-primavera.

Para cada forma y variedad se indica, en los cuadros 1 al 10, la longitud mínima y máxima, del surco-cuerno antiapical, derecho e izquierdo hallada, en relación a la longitud del surco.

Entre las especies encontradas *Ceratium Petersii*, *C. Schmidtii* y *C. tripos* var. *ponticum* no han sido citadas en las aguas españolas.

S U M M A R Y

We have studied the species of *Ceratium* in phytoplankton samples obtained along a whole year in the Western Mediterranean (coasts of Castellon and Valencia). The distinction of species has been made according to the characters summarized in the key. The total number of observed species amounts to 33, with 13 varieties. A great number of specimens of the different species have been measured with the aid of a camera lucida.

The subgenus *Biceratium* is analysed biometrically. In 3963 specimens following measurements have been made, all in microns: transdiameter (measured in the hollow part of the girdle), distance midway of the cingulum width to the end of left antiapical horn, and from said place to the end of right antiapical horn. The relations between the different dimensions are the basis for the distinction between different varieties. The relation horn length-transdiameter can be fit to an allometric expression. Relative to all size, horns are positively allometric.

All studied species were more abundant in winter than in summer.

The varieties that may be considered as typical of the respective species have a longer transdiameter relative to horn length, and are most common in winter and in spring. In summer are more frequent the varieties with a relatively shorter transdiameter. But in every variety, two forms can be separated, on the basis of general dimensions: one in winter and spring with a larger cell body, another in summer and fall with a smaller cell body. Size of cell is smaller when water temperature is high. No relation with the salinity could be established. The horizontal distribution of different forms has been studied.

We arrive to the conclusion that the varieties represent different genotypes preferentially adapted to certain water temperatures. Every variety, nevertheless, can be found in a wide range of temperatures, but in this case, temperature is reflected in the resulting phenotype, being the cell size diminished in the cells grown under a higher temperature (summer-fall). These results can be considered as an expression of an adjustment of cells to the changes in the viscosity of the water.

Following varieties and forms are accepted:

- Ceratium candelabrum subcandelabrum*, a summer-fall form.
- C. candelabrum candelabrum*, a winter-spring form.
- C. candelabrum dilatatum*, summer variety.
- C. pentagonum subpentagonum*, a summer-fall form.
- C. pentagonum pentagonum*, a winter-spring form.
- C. teres*, winter specie.
- C. furca eugrammun*, winter-spring variety.
- C. furca subBerghii*, a winter-spring form.
- C. furca Berghii*, a winter-spring form.

In tables 1 to 10 the maximum and minimum length of every antiapical horn, relative to the transdiameter, is given for every form and variety.

Ceratium Petersii, *C. Schmidtii* and *C. tripos* var. *ponticum* are first records for the Spanish waters.

B I B L I O G R A F Í A

- ANDREU, B., y J. RODRÍGUEZ-RODA. — 1951. Datos climáticos del puerto de Castellón (1949-1950) y térmicos de las aguas costeras superficiales (marzo 1950-marzo 1951) en relación con la pesca. *P. Inst. Biol. Apl.*, IX:233-246.

- BALECH, E. — 1962. Tintinnoidea y Dinoflagellata del Pacífico. *Mus. Arg. C. Nat. C. Zool.*, VII(1):1-253.
- BALLE, P. — 1959. Análisis cualitativo del fitoplancton del puerto de Palma de Mallorca. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 93:1-13.
- BÖHM, A. — 1935. Zum Variations problem der Peridineen. *Oesterr. Bot. Zeit.*, 84(4):271-284.
- BOURRELLY, P. — 1956. Bibliographie *Revue Algologique*. II(3):200-201.
- BAARUD, T.; K. RINGDAL and J. GRONTVED. — 1953. The phytoplankton of the North Sea and adjacent Waters in May 1948. *Cons. P. Inst. Exp. Mer.*, CXXXIII:1-87.
- CONOVER, S. M. — 1956. Oceanography of Lond Island Sound, 1952-1954. Phytoplankton. *Bull. Bingham Ocean. Coll.*, XV:62-112.
- GRAHAM, H. W., and N. BRONIKOVSKY. — 1944. The Genus *Ceratium* in the Pacific North Atlantic Oceans. *Carnegie Inst. Wash.*, Publ. 565:1-209.
- HALIM, Y. — 1956. Etude quantitative et qualitative du cycle écologique des Dinoflagellés dans les eaux de Villefranche-sur-Mer (1953-56). *Trav. St. Zool. Vill.-sur-Mer*, 15(III):1-5.
- 1963. Microplancton des eaux égyptiennes. Le genre *Ceratium* Schrank (Dinoflagellés). *Com. Int. Expl. Sc. Mer Méd. Proc. Verb. Reun.*, XVII(2):495-502.
- HERRERA, J. — 1963. Datos climáticos del puerto de Castellón. *Invest. Pesq.*, 22:171-179.
- JAGER, B. D. — 1957. Variations in the Phytoplankton of the St. Helena Bay area during 1954. *Inv. Rep. Div. Fish.*, 25:1-78.
- JÖRGENSEN, E. — 1911. Die Ceratien Eine kurze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank. *Suppl. Int. Rev. Hydrobiol. Hydrog.*, 4:1-124.
- 1920. Mediterranean Ceratia. *Rep. Danish. Ocean. Exp. 1908-1910. Med. Adj. Seas*, II J., 1:1-110.
- LOHMANN, H. — 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wissensch. Meeresunters. Ab. Kiel.*, 10:129-370.
- LÓPEZ, J. — 1955. Variación alométrica en *Ceratium tripos*. *Inv. Pesq.*, II:131-159.
- 1960. Variabilidad morfológica en las poblaciones de *Ceratium*. *IV Reun. Prod. Mar. Expl. Pesq.*, 38-39.
- MARGALEF, R. — 1945. Fitoplancton nerítico de la Costa Brava catalana (sector de Blanes). *Inst. Estud. Medit. P. Biol.*, I:1-48.
- 1951. Ciclo anual del fitoplancton marino en la costa NE de la Península Ibérica. *P. Inst. Biol. Apl.*, IX:83-118.
- 1953. Estudios experimentales sobre las modificaciones inducidas por diferentes temperaturas en células de clorofíceas. *P. Inst. Biol. Apl.*, XII:5-78.
- 1962. Comunidades Naturales. *Inst. Biol. Mar. Univ. Pto. Rico*, 1-469.
- 1964. Fitoplancton de las costas de Blanes (provincia de Gerona, Mediterráneo Occidental). *Inv. Pesq.*, 26:131-164.
- MARGALEF, R., y M. DURÁN. — 1953. Microplancton de Vigo, de octubre de 1951 a septiembre de 1952. *P. Inst. Biol. Apl.*, XIII:5-78.
- MARGALEF, R., y J. HERRERA. — 1963. Hidrografía y fitoplancton de las costas de Castellón, de julio de 1959 a junio de 1960. *Inv. Pesq.*, 22:49-109.
- 1964. Hidrografía y fitoplancton de la costa comprendida entre Castellón y la desembocadura del Ebro. *Inv. Pesq.*, 26:49-90.
- MARGALEF, R., y E. MORALES. — 1960. Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona). *Inv. Pesq.*, XVI:3-31.
- MASSUTÍ, M., y R. MARGALEF. — 1950. Introducción al estudio del plancton marino. *Pat. J. Cierva Inv. Tec. (C.S.I.C.) Barc.*, 1-182.
- MORALES, E. — 1956. Fitoplancton de Blanes desde agosto de 1951 hasta julio de 1952. *Inv. Pesq.*, IV:47-48.
- MOROZAVA, N. V. — 1954. Fitoplancton del mar Negro (en ruso). *Trab. Est. Biol. Sebastopol.*, VIII:1-99.
- MUÑOZ, F.; J. HERRERA y R. MARGALEF. — 1956. Fitoplancton de las costas de Castellón durante el año 1954. *Inv. Pesq.*, III:75-90.
- NIELSEN, J. — 1956. Temporary Variations in Certain Marine Ceratia. *Oikos Act. Oecol. Scand.*, 7(2):256-272.
- NORDLI, E. — 1953. Salinity and temperature as controlling factors for distribution and mass occurrence of Ceratia. *Blyttia*, 11:16-18.

- 1957. Experimental studies on the ecology of Ceratia. *Oikos Act. Oecol. Scand.*, 8(2):200-265.
- PAULSEN, O. — 1931. Études sur le microplancton de la mer de l'Alboran. *Trab. Inst. Esp. Ocean.*, 4:74-94.
- 1949. Observations on Dinoflagellates. *Det. Kong. Dan. Vid. Selsk. Biol. Skrift.*, 6(4).
- PAVILLARD, J. — 1931. Phytoplankton (Diatomées et Peridiniens) provenant des campagnes scientifiques du Prince Albert I de Monaco. *Resultats Camp. Scient.*, 82:1-200.
- 1937. Les Peridiniens et Diatomées pelagiques de la mer de Monaco de 1907 à 1914. *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, 738:1-56.
- PETERS, N. — 1934. Die Bevölkerung des Südalantischen Ozeans mit Ceratien. *Wissensch. Erg. Deut. Atla. Exp. Meteor 1935-1927*, 11:1-69.
- RODRIGUEZ-RODA, J. — 1955. Datos climáticos del puerto de Castellón y térmicos de las aguas costeras superficiales en relación con la pesca. *Inv. Pes.*, II:161-173.
- RYTTER HASLE, G., and E. NORDL. — 1951. Form variation in *Ceratium fusus* and *tripos*. Populations in Culture and from the Sea. *Det. Norske Videnskaps-Akad. Oslo Mat. Naturv.*, 4.
- SCHILLER, J. — 1937. Dinoflagellatae (Peridinae) in monographischer Behandlung II. *Kryptogamen-Flora (Rabenhorst's)*, 10(3):349-432.
- SILVA, E. S. — 1949. Diatomáceas e Dinoflagelados da Baía de Cascais. *Port. Acta Biol. vol. Julio Henriques*, 300-333.
- 1957. Dinoflagelados do plâncton marinho de Angola. *An. J. Inv. Ultr.*, X(2):1-85.
- SOLUM, I. — 1962. The Taxonomy of Dinophysis Populations in Norwegian Waters in View of Bionometric Observations. *Nytt. Mag. Bot.*, 10:5-33.
- STEEMANN NIELSEN, E. — 1934. Untersuchungen über die Verbreitung, Biologie und Variation der Ceratien im südlichen Stillen Ozean. *Dana Rep.*, 4:1-67.
- SVERDRUP, H. U.; M. W. JOHNSON and R. H. FLEMING. — 1952. The Oceans, their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall Inc., New York, 385, 762, 930.
- TRAVERS, A. — 1962. Recherches sur le phytoplankton du golfe de Marseille. I. Étude qualitative des Diatomées et des Dinoflagellées du golfe de Marseille. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull.*, 26(41):7-69.
- TRAVERS, M. — 1962. Recherches sur le phytoplankton du golfe de Marseille. II. Étude quantitative des populations phytoplanktoniques du golfe de Marseille. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull.* 26(41):70-140.
- TRAVERS, A., et TRAVERS, M. — 1963. Contribution à l'étude du microplancton du canal de Corse. *Com. Int. Expl. Sc. Mar. Méd. Rapp. Proc. Verb. Reun.*, XVII(2):487-493.
- 1965. Introduction à l'étude du phytoplankton et des Tintinnides de la région de Tuléar (Madagascar). *Rec. Trav. St. Mar. End-Mars.*, fasc. hors série, supp. 4:125-162.
- TRÉGOUBOFF, G., et M. ROSE. — 1957. Manuel de Planctonologie Méditerranéenne. *C. Nat. Rech. Sc.*, I:114-116.
- VIVES, F. — 1960. La sucesion phytoplanktonique des eaux intérieures au rapport avec quelques facteurs limitants. *Com. Int. Expl. Mer. Médit. Rapp. Proc. Verb. Reun.*, XV(2):301-303.
- VIVES, F., y M. LÓPEZ-BENITO. — 1958. El fitoplancton de la ría de Vigo y su relación con los factores térmicos y energéticos. *Inv. Pesq.*, XIII:87-126.
- WOOD, E. J. F. — 1954. Dinoflagellates in the Australian region. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 5(2):268-312.
- YENTSCH, CH. S. — 1962. Marine Plankton. Physiology and Biochemistry of Algae. Ed. R. A. Lewen, New York, 771-798.